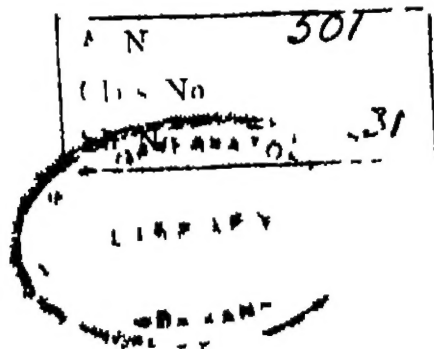




52  
AL 3





# ENCYKLOPÆDIE

DER

# NATURWISSENSCHAFTEN

HERAUSGEGEBEN

VON

PROF DR W FÖRSTER, PROF DR A KENNGOTT,  
PROF DR A LADENBURG, KUSIOS P MATSCHIL, PROF  
DR A SCHLNK, GEFH SCHULRAITH DR O SCHLOMILCH  
PROF DR W VALENTINER, PROF DR A WINKELMANN  
PROF DR G C WILSTEIN

---

III ABTHEILUNG

II THEIL

**HANDWÖRTERBUCH DER ASTRONOMIE**

HERAUSGEGEBEN

VON

PROFESSOR DR W VALENTINER

---

LEIPZIG

VERLAG VON JOHANN AMBROSIOUS BARTH

1902

# HANDWÖRTERBUCH DER ASTRONOMIE

UNTER MITWIRKUNG

VON

PROF. DR. E. BECKFR. STRASSBURG, PROF. DR. F. GIRLAND KLAUSINAY  
DR. N. PERZ WILN, PROF. DR. H. KOBOID KIEZ, DR. N. v. KONKOIY  
BUDAPEST, PROF. DR. F. v. OPPOLZEB. INNSBRUCK, PROF. DR. C. F. W. PEIERS (I)  
DR. E. v. REBFUR PASCHWILZ (I) DR. FR. RISIFNPART BERLIN, PROF.  
DR. W. SCHUR (I), PROF. DR. H. SPEIGLER MÜNCHEN, DR. C. SIECHFRG  
HAMBURG, PROF. DR. W. WISILANUS STRASSBURG, DR. K. ZEIBER (I)

HILRAUSGEGEBEN

VON

DI. W. VALENTINER

Ordentl. Professor d. r. Astronomie an der Universität und Direktor der Astronomischen Abteilung  
der Grossherzoglichen Sternwarte zu Heidelberg

---

VIERER BAND



MIT 45 ABBILDUNGEN IM TEXTE

---

LEIPZIG

VERLAG VON JOHANN AMBROSIIUS BARTH

1902



**Das Recht der Uebersetzung bleibt vorbehalten**

## Vorwort zum letzten Bande des Handwörterbuchs

---

Wenn ich im Vorwort zum ersten Bande dieses Werkes um die freundliche Nachsicht der Fachgenossen gebeten habe, weil ich schon damals fühlte, dass die übernommene Aufgabe nicht in der Weise zur Ausführung gelangte, wie ich es gewünscht und gehofft hatte, so habe ich bei der weiteren Fortsetzung des Handwörterbuchs noch oft die grossen Schwierigkeiten empfinden müssen, welche der annähernd vollkommenen Lösung solcher Aufgaben entgegenstehen. Abgesehen von der Schwierigkeit des Unternehmens an sich, habe ich durch unvorhergesehenen Wechsel der Mitarbeiter grosse Hemmnisse erfahren. Während der Ausarbeitung musste ich nicht weniger als vier der mir nahe gestandenen Mitarbeiter, mit denen ich mich besonders eingehend über die Anordnung und Behandlung der Materie besprochen hatte, durch den Tod verlieren, ausser dem konnten manche in Aussicht gestellte Artikel durch verschiedene Umstände nicht zur Ablieferung kommen. Zum grossen Theil ist durch diese Verhältnisse eine wesentliche Verzögerung in der Vollendung des Werkes eingetreten.

Der Entschuldigung bedarf ferner, dass der Umfang des Handwörterbuchs ein beträchtlich grösserer geworden ist, als anfangs geplant war. Es liegt die Ursache hauptsächlich darin, dass nicht das gesammte Manuscript vor dem Druckbeginn der ersten Lieferung fertig vorlag und daher eine Schätzung des Umfanges bei Ausgabe derselben nur annäherungsweise möglich war. In der Folge aber an den einzelnen Artikeln, die zum Theil schon in thunlichster Form zusammengedrängt waren, noch weiter zu kürzen, verbot sich in jedem speciellen Falle von selbst.

Entgegen dem ersten Plan ist der Artikel über Gradmessung fortgeblieben, um nicht auf wissenschaftliche Disciplinen hinüberzugreifen, welche früher wohl zur Astronomie gerechnet werden konnten, da sie in gewissem Sinn aus ihr hervorgingen, die sich aber längst selbständig entwickelten. Wenn sonst im

Text auf Stichworte verwiesen ist, so sind die letzteren nicht immer in getrennten Artikeln behandelt, sondern nach dem Grundsatz, die Zahl der Artikel möglichst einzuschränken, in anderen Orten besprochen. Man wird sie daher im Stichregister nachzusehen haben.

Das Namenregister wäre allzu umfangreich geworden, wenn ausdrücklich auf die bezüglichen Arbeiten der Autoren verwiesen worden wäre, andererseits konnte eine einfache Angabe des Bandes und der Seitenzahl nicht genügen, es ist daher jeweils das Artikelstichwort angeführt, unter welchem der betreffende Name vorkommt und dadurch zugleich ein Hinweis auf die einschlägigen Untersuchungen gegeben. Ähnlich sind auch die Artikelstichworte im Sachregister genannt und der Leser wird schon dadurch auf die vorzugswiese von ihm gesuchten Stellen des Werkes geleitet werden.

Die Berechtigungen verdanke ich zum Theil der Mittheilung aus befreundeten Kreisen oder den Autoren der betreffenden Artikel. Ganz besondere Mühe hat sich aber ein mir unbekannter Gelehrter unterzogen, indem er vom Erscheinen des ersten Theils an das Werk durchgesehen und mir die dabei aufgefundenen, leider recht zahlreichen, Druckfehler durch Vermittelung der Verlagbuchhandlung mitgetheilt hat. Ich fühle mich um so mehr verpflichtet, ihm dafür an dieser Stelle aufrichtig und herzlich zu danken, als ich in voller Unkenntnis seines Namens und seiner Adresse nicht in der Lage bin, den Dank persönlich zum Ausdruck zu bringen.

Heidelberg 1902 im Mai

W. VALENTINER

# Inhaltsverzeichnis

---

	Seite
Uhr, Pendeluhr E Gerland	1
Definition	1
Die Theile der Pendeluhr und deren Wirkungsweise	2
Geschichte der Erfindung der Pendeluhr	3
Die Uhren vor Galilei	3
Erfindung der Pendeluhr durch Galilei	4
Huyghens Pendeluhr	5
Das Pendel, theoretische Erörterungen	7
Das Cycloidenpendel	9
Die Aufhängung des Pendels	10
Die Compensation des Pendels gegen Temperaturänderungen	11
Das Rostpendel	12
Hiebelcompensationspendel	14
Die Quecksilbercompensation	14
Die Riefler'sche Compensation	15
Die Compensation der Pendels gegen Luftdruckänderungen	16
Verschiedene Methoden der Compensation	17
Aufhängung im luftdicht verschlossenen Raum	19
Die Hemmung	20
Theorie der Hemmung	21
Die rückspringende Hemmung	22
Die ruhende Hemmung	23
Die Stufenhemmung	24
Die freie Hemmung Construction von Dent Budgo, Rüffert	25
Die Riefler'sche Hemmung	29
Der Antrieb	32
Die Aufschkrvorrichtungen	32
Der Antrieb durch ein mit Hilfe von Electromagnet gehobenes Gewicht	33
Der Antrieb durch einen Electromagneten	36
Das conische Pendel	40
Die Regulirung und Controls	40
Universalinstrument N Hers	41
Beschreibung des Instruments	42
Repetitionstheodolit	43
Bestimmung und Berichtigung der Fehler	47
Aufstellung der Formeln	48
Bestimmung des Zenithpunkts am Kreis	52

<b>Unverzerrter N Hertz</b>	51
Bestimmung der Zeit aus der Beobachtung zweier Sterne in demselben (unbekannten) Azimuth	56
<b>Universum F Ristenpart</b>	57
Historische Entwicklung der Ansichten vom Universum	57
Copernikus, Galilei, Kepler, Huyghens	58
Wright Kant	59
Lambert, Michell	59
W Herschel und seine Sternrechnungen	60
W Struves Untersuchungen	61
Die Milchstrasse	65
Die grosse Trennung in der Milchstrasse	67
Die Brücke der Milchstrasse	68
Die Struktur und die Ablenkungen der Milchstrasse	69
Das Material zur Untersuchung der Sternvertheilung	72
Die Sternataloge und Karten	72
Die Sternzahl und die photometrische Constante	76
Die Vertheilung der Fixsterne	81
Die Untersuchungen Seeligers	81
Lineare Maasse im Sternsystem und die mittlere Sterndichte des Raumes	91
Der Sonnensternlauf	96
Vertheilung der verschiedenen Spectraltypen	101
Vertheilung der bewegten Sterne	101
Vertheilung der rothen und der Ch Wolf Rayet'schen Sterne	110
Vertheilung der neuen Sterne	111
Vertheilung der Nebelflecke und Sternhaufen	111
Die Untersuchungen von Stratonoff	111
Ursachen des Milchstrassenschimmers	117
Die Milchstrasse als Spiralnebel	121
Annahme anderer Raumformen	121
<b>Verticalkreis N Hertz</b>	127
<b>Zeit Zeitbestimmung N Hertz</b>	129
Zeitmessung Zeitlichkeiten	129
Jahr und Julianische Periode	130
Wahrer Sonnentag, Sternlag, mittlerer Sonnentag	130
Bürgerliche, astronomische Zeit, Ortzeit	132
Weltzeit, Zonenzeit, Normalmeridian	133
Zeitgleichung	134
Verwandlung der mittleren und wahren Zeit in einander	136
Verwandlung der Sternzeit, der wahren und mittleren Zeit in einander	137
Sternzeit im mittleren Mittag	137
Uhrenrectio, Stand und Gang der Uhr	139
Zeitbestimmung	139
aus beobachteten Meridiandurchgängen der Sterne	140
aus einer beobachteten Zenithdistanz	140
Untersuchung der günstigsten Bedingungen	141
Beispiel	143
aus mehreren nach einander gemessenen Zenithdistanzen	143
Beispiel	144
Reduction des Mittels der Zenithdistanzen auf das Mittel der Uhrzeiten	145
Reduction des Mittels der Uhrzeiten auf das Mittel der Zenithdistanzen	145
Beispiel	148

Beobachtungen am Universalinstrument und ihre Reduction bei unbekanntem Zenithpunkt	151
aus gleichen Höhen verschiedener Sterne zu beiden Seiten des Meridians	152
aus correspondirenden Höhen	155
Mittags- und Mitternachtsverbesserung	156
Beispiel	157
aus Beobachtungen von Sternen im Vertical des Polarsterns (Dillon's Methode)	158
Entwicklung der Formeln	159
Reduction der Beobachtungen für Zeitsterne	163
Reduction der Beobachtungen für den Polarstern in der Nähe des Meridians, in der Nähe der größten Digression	165
Vorausberechnung der Sternzeiten	167
Anordnung der Beobachtung	170
Beispiel	171
aus dem beobachteten Azimuth	171
durch Beobachtung des Verschwindens eines Sterns hinter einem terrestrischen Object	175
aus zwei beobachteten Höhen zweier Gestirne und der Zwischenzeit ohne Kenntnis der Polhöhe Zeitbestimmung zur See	175
Das Doppelteleskop oder Chronoskop	177
Das Perigenogramm	178
Die Sextant und astronomisches Netz	179
Die Sonnenuhren	180
Das Skaphium und der astronomische Ring	181
Die Aequatorialsonnenuhr	181
Die Horizontal- und Verticalsonnenuhren	181
Zodiacallicht oder Thierkreislicht W. Valentiner	181
Das Schmittphotometer	185
Anhang Tafeln, Vorbemerkung W. Valentiner	187
Tafel I Die Barkersche Tafel	189
Tafel zur Berechnung der wahren Anomalie, wenn sie sich $190^\circ$ nähert	238
Tafel II Fincke's Tafel zur Auflösung der Lambert'schen Gleichung	239
Tafel III Tafel zur Berechnung der Parallaxe nach Hansen, für die verschiedenen Sternwarten	243
Tafel IV Anzahl der Tage vom Anfang des Jahres	263
Verwandlung des Decimaltheils des Tages in Stunden Minuten Sekunden und umgekehrt	264
Verwandlung der mittleren Zeit in Sternzeit	265
Verwandlung der Sternzeit in mittlere Zeit	266
Tafel V Tafeln zur Reduction der Circummeridianhöhen	267
a) von 0 bis 20 Minuten Stundenwinkel für $m$ und $n$	268
b) von 0 bis 60 Minuten Stundenwinkel für $\log m$ und $\log n$	271
Tafel VI Verzeichniß der Bahnelemente der Kometen	295
Tafel VII Bahnelemente der Planeten	323
Namenregister des ganzen Werks	349
Sachregister des ganzen Werks	377
Bemerkungen	428



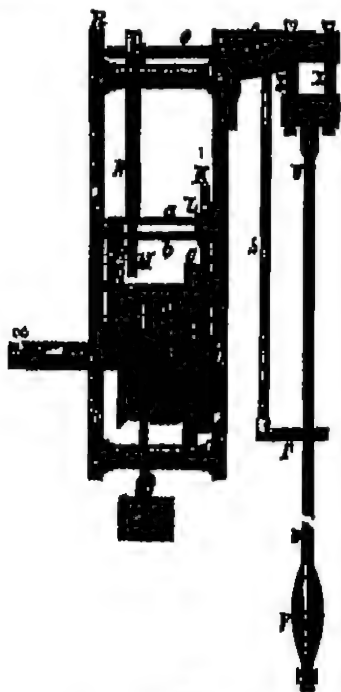


Uhi bis Zodiocallicht

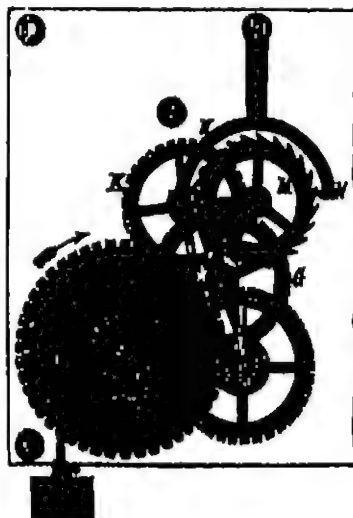
Anhang Tafeln,



**Uhr, Pendeluhr** Definition Unter Pendeluhrn würde man streng genommen alle die Mechanismen zu verstehen haben, bei denen ein durch einen Motor (ein gehobenes Gewicht, eine gespannte Feder, einen erregten Elektromagnet) in Bewegung gesetzt und durch einen hochton schwingenden Körper reguliertes Räderwerk von einem Zifferblatt sich drehenden Zeigern eine so gleichmäßige Bewegung erteilt, dass daraus das Fortschreiten der Zeit nach genau gleichen



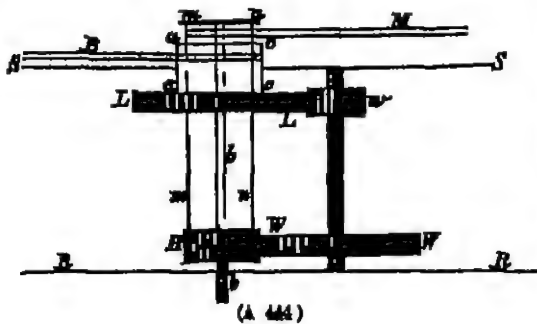
(A 428)



(A 418)

Theilen erkannt werden kann. Es ist jedoch üblich, unter dieser Benennung nur die Uhren zusammenzufassen, deren Regulator ein gewöhnliches unter dem Einfluss der Schwere in einer lothrechten Ebene schwingendes Pendel ist, im Gegensatz zu den Uhren mit Unruh, die, soweit sie für den Astronomen Bedeutung haben, bereits in dem Artikel Chronometer besprochen wurden.

Die Theile der Pendeluhr und deren Wirkungsweise Die Bestandtheile der Pendeluhr sind die nämlichen, wie die des Chronometers, Motor, Räderwerk und Pendel mit der Hemmung



(A 444)

Den Motor bildet das gehobene Gewicht *A* (Fig 442 und 443), welches an dem auf die Walze *B* aufgewundenen Seile liegt und so der Richtung des Pfeiles entgegen zu drehen bestrebt ist. Die Axe der Walze ist bei *a* zum Aufsetzen des Uhrschlüssels vierkantig gestülpt, durch dessen Drehung das herabgegangene Gewicht wieder gehoben werden muss. Damit über dabei nicht das ganze Uhrwerk bewegt wird, ist die Walze mit dem

ebenfalls auf dieser Axe sitzenden Walzenrad *C* durch einen Speikegel *v* verbunden, der das Walzenrad mitnimmt, wenn es dem Zuge des Gewichtes folgt, über die Zähne des Sperrrades *s* aber hingleitet, wenn die Walze im entgegengesetzten Sinne gedreht wird. Das Walzenrad überträgt seine Bewegung auf das Getriebe *D*, das das Rad *E* mitführt, dieses die seinige durch Vermittlung des Getriebes *F* und des Rades *G*, des Getriebes *H* und des mittleren Rades *K*, auf das Getriebe *L* und das Rad *M*, welches dreieckige Zähne hat und in seiner freien Bewegung gewöhnlich durch den Anker *N* gehemmt wird. Das Minutenrad *G* trägt den Minutenzeiger, ist ein Sekundenzeiger vorgesehen, so sitzt dieser auf dem Rade *M*, wenn nicht ein eigenes Sekundenrad vorhanden ist. Gibt die Uhr auch die Stunden an, so zeigt Fig 444 die Art, wie der Stundenzeiger vom Minutenrad aus bewegt wird. *b* ist die Welle des Minutenrades, die durch Vermittlung des Minutenrohrs nur den Minutenzeiger *M* bewegt. *b* wird von *mn* durch Reibung mitgenommen, und es ist möglich, den Zeiger auch ohne die Welle *b* zu bewegen, zu stellen. Mit *mn* dreht sich das Viertelrad *X*, welches in das Wechselrad *W* greift. Auf dessen Axe sitzt das Getriebe *w*, und greift in das Stundenrad *L* ein, welches den Stundenzeiger *B* auf der lose über das Minutenrohr geschobenen Hülse *ac* trägt. Die Uebersetzung ist so gewählt, dass der Stundenzeiger sich in 24 Stunden einmal über das Zifferblatt herum bewegt, was der Minutenzeiger in einer Stunde thut. Das Rad *M* (Fig 442 und 443) führt den Namen des Steig, Gang oder Hemmungsrades, die nur die Bewegung übertragenden Räder heissen Beisatz, Mittel oder Zwischenräder, die Theile, welche die Bewegung auf die Uhrzeiger übertragen, bilden das Zeigerwerk oder das Vorgelege. Die Axen sämtlicher Räder sind in zwei durch Schrauben miteinander verbundene Messingplatten *RR* und *EE* (Fig 442) und *SS* und *RR* (Fig 444), gelagert.

Fig 442 zeigt die Art, wie der Anker mit dem Pendel verbunden ist, Fig. 443, die Form des Ankers, die sofort seine Wirkungsweise ergibt. Er endet in zwei Haken, Hebungen oder Paletten *N*, die abwechselnd in die Zähne des Steigrades eingreifen, beim Herausstreiten gleiten die Zähne des Steigrades an den schiefen Flächen der Paletten hin und treiben sie vor sich her. Jedemal, wenn das Pendel durch die Ruhelage geht, rückt also das Steigrad um einen Zahn weiter. Auf der Ankeraxe *Op* ist die Führungstange oder der Mitnehmer *S* befestigt, dessen gabelförmiges Ende *T* die Pendelstange *UU* umfasst und so das Pendel mit dem linsenförmigen Gewicht *V* antreibt, wenn ein

Zahn von *M* an der schiefen Fläche einer Palette hingeleitet. Die Führungstange hat bei Secundenpendeln ein Fünftel der Länge des Pendels, sonst ein Drittel bis ein Viertel, die Gabel muss so stehen, dass das Pendel vertikal hängt wenn die Paletten ihre Ruhelage einnehmen. Um dies unter allen Umständen zu erreichen, besitzen Uhren, bei denen es auf die grösste Genauigkeit ankommt Vorrichtungen, um das obere Ende der Führungstange durch zwei einander entgegenwirkende Schrauben etwas im wgerachten Sinne verschieben zu können, oder sie gestatten das nämliche mit der Gabel vorzunehmen. So setzt das Gewicht das Räderwerk in Bewegung undorgt durch dessen und des Ankers Vermittlung dafür, dass das Pendel bei jeder Schwingung den Verlust an lebendiger Kraft, den es durch Ueberwindung der Reibung und des Luftwiderstandes erlitten hat, wieder ersetzt bekommt.

**Geschichte der Erfindung der Pendeluhr.** Ehe wir zur ausführlicheren Betrachtung der einzelnen Uhrtheile uns wenden, werfen wir einen kurzen Blick auf die Entwicklungsgeschichte der Pendeluhr.

1) Die Uhren vor *GARIBI*. Die Anwendung der Uhren ist so alt, wie die astronomischen Beobachtungen selbst. Bereits die Chaldäer, denen wir wohl die ältesten verdanken, massen die Zeit mit würfelförmigen Gefässen von bestimmter Seitenlänge, aus denen das Wasser durch ein kleines Loch am Boden ausfloss. Jahrtausende hindurch blieb man auf diese Art der Zeitmessung beschränkt und noch die alexandrinischen Gelehrten verbesserten die Klepsydras wie man diese Uhren nannte, indem sie die Grösse der Ausflussöffnung durch Feinbohren in Gold oder in einen Edelstein sicherten. Die babylonischen Wasseruhren haben noch das Interesse für uns, dass von den zwei Grössen, in denen sie angewendet wurden, die Seiten des Würfels als Masseinheiten abgenommen wurden und dass sehr wahrscheinlich von ihnen die grosse und die kleine Elle der Völker des Alterthums stammt. Erst nach und nach kamen im Laufe der Jahrhunderte Räderwerke in Gebrauch und es wird von einem solchen erzählt, welches der Sultan von Aegypten dem Kaiser Friedrich II. zum Geschenke sandte. Ueber die Einrichtung jener ältesten Uhren ist uns nichts bekannt, die ersten, von denen wir genaue Nachrichten haben, gehören dem 13. Jahrhundert an. Sie besitzen bereits als Motor ein von Zeit zu Zeit wieder zu hebendes Gewicht, als Regulator ein Horizontalpendel mit Hemmung. Ihre sonstige Einrichtung stimmt aber so sehr mit der unserer jetzigen Uhren überein, dass man mit *LILLIOW*<sup>1)</sup> *BLAISOND* Recht geben muss, wenn dieser sagt, »dass eine solche Uhr nicht die Erfindung eines einzigen Menschen sein kann, sondern dass sie ein Product mehrerer vorhergehenden Erfindungen ist, die zu Theil wenigstens sehr alten Zeiten angehören.« Als Beleg für diese Behauptung kann das Uhrwerk dienen, welches in der Schweiz verfertigt, 1348 in Dover Castle aufgestellt wurde und dort bis 1872 seinen Dienst schlecht und recht versah. Es befindet sich im South Kensington Museum und ist abgebildet in *HOFMANN's* Bericht über die wissenschaftlichen Apparate auf der Londoner internationalen Ausstellung auf pag. 20.

Dass die Gleichmässigkeit des Ganges dieser Uhren viel zu wünschen übrig lassen musste, liegt auf der Hand. Fehlte ihnen doch die constante Kraft welche den Regulator stets in eine bestimmte Ruhelage zu bringen sucht. Immerhin waren in solcher Weise die Uhren des Landgrafen Wilhelms IV. von

<sup>1)</sup> *Gammes's* physikalisches Wörterbuch, 2. Aufl., IX Bd., 2. Abth., pag. 1111

Hessen Cassel eingerichtet, welche Burgi verfertigt hat und welche zum ersten Mal die Zeit als Beobachtungselement einzuführen trittrten Eine im königlichen Museum in Cassel noch vorhandene von BURGİ heidende Uhr ist eine reich ausgestattete Tafeluhr, deren Pendel ein horizontales Rad bildet so dass es als Unruhe ohne regulierende Feder anzusprechen sein würde

2) Erfindung der Pendeluhr durch GALILEI Wohl nichts lässt so sehr den Fortschritt, den die Arbeit der letzten drei Jahrhunderte in unsern Anschauungen hervorgerufen hat, scharfer hervortreten, als der Umstand, dass nach dem GALILEI den Isochronismus der Pendelschwingungen entdeckt hatte, es noch dreier Jahrzehnte bedurfte, bis er auf den Gedanken kam, das Pendel zum Regulator eines Zeitmessers zu benutzen, dass noch fast zwei weitere Jahrzehnte darüber hingingen, bis HUYGENS das Horizontalspendel der damaligen Uhren durch das gewöhnliche ersetzte Ja, es wird uns schwer, einzusehen, dass zu der scheinbar so einfachen Beobachtung des Isochronismus des Pendels es eines GALILEI bedurfte, der die schon Entdeckung noch dazu dem Zufall verdankte Vergewenwärtigt man sich jedoch die Erfindungsgeschichte, so wird alles dieses begreiflich genug

Die Erzählung, die den damaligen Professor in Pisa durch die Beobachtung der aufeinanderfolgenden Schwingungen einer in langer Schnur hängenden Kirchenlampe den Isochronismus der Pendelschwingungen finden lässt, lässt höchstwahrscheinlich zu Wenigstens wendet GALILEI bei dieser Darstellung in den Discorsi<sup>1)</sup> dieses Beispiel an Wenn er nun aber auch so auf die Vermuthung des Isochronismus gekommen war, so konnte er diese Vermuthung zu nächst nicht auf ihre Richtigkeit prüfen, da ja genauere Zeitmesser noch fehlten Theoretische Untersuchungen führten ihn jedoch ebenfalls zu dem Ergebnis, dass gleichlange Pendel gleiche Schwingungsdauern hatten

Dass infolge dieses Isochronismus das Pendel einen brauchbaren Zeitmesser abgeben müsse, erkannte GALILEI sofort, aber er kam noch nicht darauf, die Uhren seiner Zeit dadurch zu Apparaten für genaue Zeitmessung zu machen, dass er sein isochron schwingendes Pendel in Stelle des horizontalen setzte Wohl verband er es mit einem Zahlwerk einfacherer Construction und bestimmte damit die Zeit, wobei er es freilich durch immer erneute Antieße in Bewegung erhalten musste Das Zahlwerk bestand aus einem Cartonrädchen mit dreieckigen Zähnen, das bei jeder in demselben Sinne erfolgenden Pendelschwingung um einen Zahn weiter geschoben wurde Dazu war am Pendelgewicht senkrecht auf seine Schwingungsebene eine Borste befestigt die über die flachgeneigte Seite des Zahnes des Cartonrädchens hinglitt, dann aber nach Umkehr des Pendels gegen die steile abfallende Seite sich legend, das Rädchen um einen Zahn weiterschob

Den Plan, den Antrieb des Pendels durch ein immer wieder aufzuwindendes Gewicht zu bewerkstelligen und so die erste Pendeluhr zu bauen, entwarf der erblindete GALILEI erst kurz vor seinem Tode Johannes Fries im Jahre 1641, so schildert<sup>2)</sup> VIVIANI in einem Schreiben, das er am 20 August 1659 an den Prinzen LEOPOLD VON MEDICI richtete, den Vorgang, als ich bei ihm in der Villa bei Arcetri wohnte, fasste er den Gedanken, wenn es möglich wäre, das Pendel der Gewichts- oder Federuhr zuzufügen, tritt sich der gewohnten Un

<sup>1)</sup> GALILEI's Untersuchungen und mathematische Demonstrationen Deutsch von A. v. OTTFELD Leipzig 1890 OSTWALD's Klassiker No 11, 2. Tag pag 85

<sup>2)</sup> ALBINI Le opere di GALILEO GALILEI Firenze 1842—56 XIV, pag 352

ruhe zu bedienen und hoffte so eine gleichmässige und natürliche Bewegung dieses Pendels zu erhalten. Er dictirte nun seinem Sohne VINCENTIO und dem genannten VIVIANI, als den einzigen, die nach seiner Verweisung in sein Land hause bei ihm sein durften, eine Zeichnung, welche seine Idee wiedergab da er sie selbst nicht mehr zu Papier bringen konnte. Diese Zeichnung ist noch in der Bibliotheca Palatina in Florenz vorhanden und des öfteren in Nachbildungen veröffentlicht<sup>1)</sup>

Die Pendeluhr trägt zwei Dornen die sich mit ihr hin und her bewegen und abwechselnd einen Sperrhaken von einem Steigrad abnehmen und wieder darauf legen, oder ebenso unter einen der seitwärts am Steigrad angebrachten Stifte greifend, dessen Bewegung hemmen und zurückschwingend wieder freilassen. Bei jedem Hin und Hergang wird also das Steigrad um einen Zahn fortgeschoben und kann demnach zur Bewegung von Minuten und Stundenzeiger benutzt werden, auch die Secunden zählen. Dass die Walze mit dem das Gewicht tragenden Seile fehlt, und im Hinblick auf die Art der Entstehung der Zeichnung und auf die ausdrückliche Versicherung VIVIANI's hin, dass der Apparat eine Uhr sein solle, GALILEI nicht zum Vorwurf gemacht werden können. Kann das Fehlende doch ohne irgend welche Schwierigkeit zugefügt werden.

VAN SWINDEN's<sup>2)</sup> Ansicht dagegen, der Apparat stelle lediglich ein Zahlwerk dar, beruht auf einem Irrthum, wie ich bereits vor vielen Jahren aus den Quellen nachweisen konnte<sup>3)</sup>, obwohl ein solcher Beweis bei der klar ausgesprochenen Bestimmung die sein Finder, der die wissenschaftliche Mechanik schuf, der die inductive Methode in die Naturwissenschaften einführte, dem Apparat geben wollte, wohl kaum nothig gewesen wäre. Eine Bedeutung für die Fortbildung der Uhren hat der GALILEI'sche Entwurf freilich nicht gehabt seine Ausführung veranstaltete ein feindseliges Geschick. Zwar unternahm es zehn Jahre nach des Vaters Tode VINCENTIO GALILEI eine Uhr nach der in seinem Besitz befindlichen Zeichnung auszuführen. Er liess die dazu nöthigen Räder und Gestelltheile von einem Schlosser anfertigen und setzte sie, um das Geheimniss zu bewahren, selbst zusammen. Er war bereits soweit gekommen, dass er sich mit VIVIANI von der Betriebsfähigkeit der Uhr hatte überzeugen können, als er plötzlich erkrankte und starb. Das noch nicht fertige Werk wurde nach Ausweis des noch vorhandenen Auctionscataloges mit seinem Nachlasse verkauft und ist verschollen. Doch hat man in neuerer Zeit nachzuholen gesucht, was damals versäumt wurde, und nach GALILEI's Plan eine Uhr hergestellt, die ihre Bestimmung vollständig erfüllt. Diese ist im GALILEI-Museum in Florenz noch vorhanden und hat, da sie zu mehreren Malen für den Originalapparat gehalten wurde, öfters zu Irrthümern Veranlassung gegeben.

3) HUYGENS Pendeluhren. GALILEI's Erfindung blieb gänzlich unbekannt und so war es HUYGENS vorbehalten, ohne von GALILEI's Plan etwas zu wissen, das Pendel als Regulator den damals gebräuchlichen Uhren zuzufügen. Seine Erfindung war um deswillen besonders lebensfähig, dass sie ohne jede Schwingung

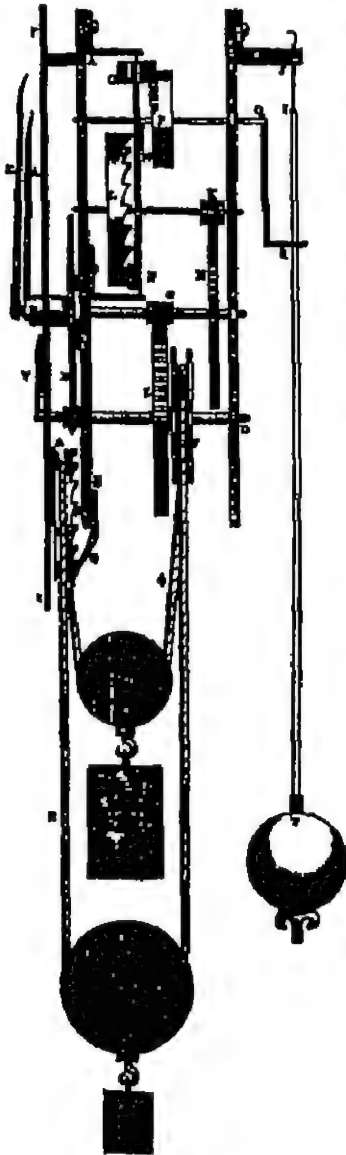
<sup>1)</sup> HOFMANN, Bericht 77 pag. 22, BIEDERMANN, Bericht über die Ausstellung wissenschaftlicher Apparate im South Kensington Museum zu London 1876 pag. 411. GERLAND, Geschichte der Physik, pag. 112. GERLAND und TRAUMÜLLER, Geschichte der physikalischen Experimentirkunst, pag. 122.

<sup>2)</sup> VAN SWINDEN, Verhandelingen der eerste Klasse van het Kon. Nederlandsche Instituut van wetenschappen. 3 Deel. Amsterdam 1817.

<sup>3)</sup> GERLAND, WIEDEMANN's Annalen 1878, IV, pag. 610.



keit an den längst im Gebrauch befindlichen Zeitmessern angebracht werden konnte. Wie er im Jahre 1656 die Uhren verbessern wollte<sup>1)</sup>, ergibt sich aus Fig 446. Das Horizontalpendel der früheren Uhrwerke ersetzte er durch ein Zahnrad  $O$ , das in die Zähne



(A 445)

des Kronrades  $P$  eingriff. Das Steigrad  $L$  und die Hemmung  $AN$  behielten ihre Lage und Einrichtung bei. Da  $P$  nur schwingen, sich nicht drehen sollte, so erhielt es nur in seiner oberen Hälfte Zähne, seine Ase trug die Gabel  $QR$ , welche mit ihren Zinken  $R$  die Pendelstange  $JT$  umfaßte. Wohl durchdacht war die Art der Aufhängung des Pendels mittelst des biegsamen Fadens  $SJ$ , auf die Huygens mit Recht den größten Werth legte. Wenigstens betonte er, als ihm später<sup>2)</sup> mitgetheilt wurde, dass GALILEI längst vor ihm eine Pendeluhr angegeben habe, dass dieser Entwurf untauglich sein müsse, wenn — wie es in der That der Fall war — das Pendel sich um eine in Lagern ruhende Ase drehe. Die Reibung beeinflusse dann den Isochronismus auf das Schädlichste. Die Folgezeit hat ihm Recht gegeben, indem sie seine Art der Aufhängung allerdings unter Anbringung einer weiteren Verbesserung beibehielt. So ist die Pendeluhr zuerst von GALILEI, dann aber noch einmal in ganz selbständiger Weise von HUYGENS erfunden worden und wenn der letztere nach dem, was ihm zu seiner Zeit über GALILEI'S Entwurf bekannt geworden war, mit Recht fragte, wie es möglich gewesen sei, dass eine so nützliche Erfindung so gänzlich unbekannt bleiben konnte, so sind wir nach dem oben mitgetheilten in der Lage, die Antwort auf diese Frage zu geben.

Eine weitere Verbesserung, die HUYGENS der Pendeluhr zufügte, bezweckte, sie auch während des Aufziehens durch Vermittelung des Zuges des Gewichtes  $\Delta$  weitergehen zu lassen. Dazu hing die das Gewicht tragende Rolle in der einen Schlinge  $Z\Phi$  einer Schnur ohne Ende  $\Pi$ , welche in einer zweiten Schlinge in einer zweiten Rolle das Gewicht  $Z$  trug. Die Schnur ging ausserdem über die beiden Rollen  $F$  und  $Q$ , von denen die letztgenannte durch Zähne und den Sperrhaken  $\Theta$  verhindert wurde, sich in mehr als einem Sinne zu bewegen. Sollte das Gewicht  $\Delta$  gehoben werden, so brauchte man nur die Schnur bei  $\Pi$  herabzuziehen, der Zug, den  $\Delta$  an der Rolle  $F$  ausübte, blieb dann ungeändert.

<sup>1)</sup> HUYGENS Horologium, Opera varia Vol I Lugd Bat 1724, pag 4

<sup>2)</sup> HUYGENS Oeuvres complètes III, pag 87

Uebertraf nun auch diese erste Huygens'sche Uhr an Genauigkeit im Gange alle andern zur Zeit ihrer Erfindung im Gebrauch befindlichen, so genügte ihrem Schöpfer ihre Einrichtung noch nicht und er brachte 1673 wesentliche Verbesserungen daran an<sup>1)</sup> Er legte die Hemmung  $MN$  horizontal, die Axe des steigendes aber vertikal und befestigte die Gabel  $QR$  ohne weitere Zwischenglieder an die Hemmung. Das Pendel verhielt er mit einem Aufgewicht und hing es an zwei Fäden auf, zu deren Seiten er zwei nach Cycloiden geformte schalenförmige Blechstreifen anbrachte in welche sich bei jeder Schwingung des Pendels die Fäden anlegten. Die Einrichtung hatte den Zweck, den Einfluss der Amplitude auf die Schwingungsdauer aufzuheben und so den Isochronismus der Schwingungen beträchtlich zu erhöhen. Um diese Eigenschaft der Cycloide nachweisen zu können, wenden wir uns zunächst zu der Ableitung der Formel für die Schwingungsdauer des Pendels. Damit beginnen wir zugleich mit der Betrachtung der gegenwärtig im Gebrauche stehenden Pendeluhr, deren einzelne Theile dann der Reihe nach eingehend behandelt werden sollen.

Das Pendel 1) Theoretische Fortsetzung<sup>2)</sup> Es sei, Fig. 410,  $CA$  die Ruhelage,  $CB$  die Lage des Pendels, von der Länge  $l$  bei größter Elongation, die Anfangsgeschwindigkeit in  $B$  sei  $v_0$ , führen wir nun ein Coordinatensystem ein, dessen Anfangspunkt der Aufhängepunkt  $C$  und dessen  $Z$ -Axe vertikal abwärts gerichtet ist, so würde all gemein sein

$$x^2 + y^2 + z^2 = l^2,$$

aber da wegen der lothrechten Lage der Pendel ebene  $y = 0$  ist,

$$x^2 + z^2 = l^2$$

Ist nun  $v$  die Geschwindigkeit in  $D$ , so ist nach dem Princip der lebendigen Kraft

$$\frac{1}{2}v^2 - \frac{1}{2}v_0^2 = g(z - z_0)$$

und für  $v_0 = 0$

$$v^2 = 2g(z - z_0)$$

Führt man hier statt  $z$  den Winkel  $\theta$ , den in jeder Lage das Pendel mit der Ruhelage bildet, als neue Veränderliche und den seine äußerste Lage gebenden Winkel  $\alpha$  ein, so wird

$$z_0 = l \cos \alpha, \quad z = l \cos \theta,$$

also

$$v^2 = 2gl(\cos \theta - \cos \alpha)$$

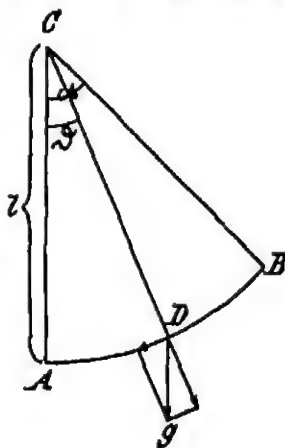
Ist nun der Bogen  $BD = s$ , so ist

$$s = l(\alpha - \theta)$$

$$v = \frac{ds}{dt} = -l \frac{d\theta}{dt}$$

$$l^2 \left( \frac{d\theta}{dt} \right)^2 = 2gl(\cos \theta - \cos \alpha)$$

$$\left( \frac{d\theta}{dt} \right)^2 = \frac{2g}{l} (\cos \theta - \cos \alpha),$$



(A 11)

1) Huygens, Horologium oscillatorium Opera varia Vol I, pag 29

2) Vergl. auch Kirchhoff, Vorlesungen über mathematische Physik, 4 Aufl. Leipz. 1897, pag. 17 ff und Schell, Theorie der Bewegung und der Kräfte Leipz. 1870, pag. 319

so dass hier der Winkel als Function der Zeit  $t$  erscheint. Geht man nun auf die halben Winkel über, so wird

$$\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2 = \frac{2g}{l} \left(1 - \sin^2 \frac{\theta}{2} - 1 + 2 \sin^2 \frac{\alpha}{2}\right) = \frac{4g}{l} \left(\sin^2 \frac{\alpha}{2} - \sin^2 \frac{\theta}{2}\right)$$

Wir führen nun eine neue Veränderliche ein, indem wir setzen

$$\sin \frac{\theta}{2} = \sin \frac{\alpha}{2} \sin \psi$$

Dann wird

$$\begin{aligned} d\theta &= 2 \frac{\sin \frac{\alpha}{2} \cos \psi \, d\psi}{\cos \frac{\theta}{2}} \\ \cos \frac{\theta}{2} &= \sqrt{1 - \sin^2 \frac{\alpha}{2} \sin^2 \psi} \\ \frac{dt}{d\theta} &= \sqrt{\frac{l}{g}} \frac{1}{\sqrt{4 \left(\sin^2 \frac{\alpha}{2} - \sin^2 \frac{\theta}{2}\right)}} \\ dt &= \sqrt{\frac{l}{g}} \frac{\sin \frac{\alpha}{2} \cos \psi \, d\psi}{\sqrt{\left(1 - \sin^2 \frac{\alpha}{2} \sin^2 \psi\right) \left(\sin^2 \frac{\alpha}{2} - \sin^2 \frac{\alpha}{2} \sin^2 \psi\right)}} \\ &= \sqrt{\frac{l}{g}} \frac{\sin \frac{\alpha}{2} \cos \psi \, d\psi}{\sin \frac{\alpha}{2} \sqrt{1 - \sin^2 \psi} \sqrt{1 - \sin^2 \frac{\alpha}{2} \sin^2 \psi}} \\ &= \sqrt{\frac{l}{g}} \frac{d\psi}{\sqrt{1 - \sin^2 \frac{\alpha}{2} \sin^2 \psi}} \end{aligned}$$

Man findet nun die Dauer einer einfachen Schwingung  $T$ , indem man diese Gleichung zwischen den Grenzen  $\theta = -\alpha$  und  $\theta = +\alpha$  integrirt oder da als dann

$$-\sin \frac{\alpha}{2} = \sin \frac{\alpha}{2} \sin \psi,$$

also

$$-1 = \sin \psi$$

und

$$+\sin \frac{\alpha}{2} = \sin \frac{\alpha}{2} \sin \psi$$

mithin

$$+1 = \sin \psi$$

ist, zwischen den Grenzen  $\psi = -\frac{\pi}{2}$  bis  $\psi = +\frac{\pi}{2}$ , oder es ist

$$T = \sqrt{\frac{l}{g}} 2 \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\psi}{\sqrt{1 - \sin^2 \frac{\alpha}{2} \sin^2 \psi}}$$

Nun ist

$$\frac{1}{\sqrt{1 - \sin^2 \frac{\alpha}{2} \sin^2 \psi}} = \left(1 - \sin^2 \frac{\alpha}{2} \sin^2 \psi\right)^{-\frac{1}{2}}$$

$$= 1 + \frac{1}{2} \sin^2 \frac{\alpha}{2} \sin^2 \psi + \frac{1}{2} \frac{8}{4} \sin^4 \frac{\alpha}{2} \sin^4 \psi + \frac{1}{2} \frac{8}{1} \frac{5}{6} \sin^6 \frac{\alpha}{2} \sin^6 \psi +$$

und somit

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\psi}{\sqrt{1 - \sin^2 \frac{\alpha}{2} \sin^2 \psi}} = \int_0^{\frac{\pi}{2}} d\psi + \frac{1}{2} \sin^2 \frac{\alpha}{2} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^2 \psi d\psi + \frac{1}{2} \frac{8}{4} \sin^4 \frac{\alpha}{2} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^4 \psi d\psi +$$

$$+ \frac{1}{2} \frac{8}{2} \frac{5}{6} \sin^6 \frac{\alpha}{2} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^6 \psi d\psi$$

Da nun

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{2n} \psi d\psi = \frac{1}{2} \frac{8}{4} \frac{5}{6} \frac{(2n-1)}{2n} \frac{\pi}{2},$$

so wird

$$T = \pi \sqrt{\frac{l}{g}} \left[ 1 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 \sin^2 \frac{\alpha}{2} + \left(\frac{1}{2} \frac{8}{4}\right)^2 \sin^4 \frac{\alpha}{2} + \left(\frac{1}{2} \frac{8}{2} \frac{5}{6}\right)^2 \sin^6 \frac{\alpha}{2} + \dots \right]$$

Vernachlässigt man hier die Glieder von der vierten Potenz von  $\sin \frac{\alpha}{2}$ , so wird für einen kleinen Winkel  $\alpha$

$$T = \pi \sqrt{\frac{l}{g}} \left( 1 + \frac{\alpha^2}{16} \right)$$

und für ein unendlich kleines  $\alpha$

$$T = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Die Schwingungsdauer ist somit von der Amplitude nicht unabhängig, doch beträgt sie für einen Winkel  $\alpha = 10^\circ$  nur etwa 0,28<sup>1)</sup>. Ein Pendel, welches bei einer Amplitude von  $10^\circ$  1000 Schwingungen macht würde also bei einer unendlich kleinen Amplitude in der nämlichen Zeit 1001, 80 vollführen. Auch ist es immer möglich, eine für die Amplitude  $\alpha$  beobachtete Schwingungsdauer  $T$  auf eine unendlich kleine  $T_1$  zurückzuführen, indem man setzt

$$T_1 = \pi \sqrt{\frac{l}{g}} = \frac{T}{1 + \frac{1}{2} \sin^2 \frac{\alpha}{2}}$$

2) Cycloidenpendel Es würde nach dem Besprochenen möglich sein für ein beliebiges Pendel die Schwingungsdauer für jede Amplitude aus der Pendellänge zu finden. Für die Herstellung einer Pendeluhr aber wäre damit nicht viel gewonnen, deshalb schlug Huygens den bereits erwähnten zweiten Weg ein, um ein Pendel zu erhalten, dessen Schwingungsdauer von der Amplitude nicht mehr beeinflusst werde. Er brachte zu beiden Seiten des Aufhanges faden des Pendels nach Cycloiden gekrümmte Culissen so an, dass bei jeder Schwingung der Pendelfaden sich verkürzend an sie anlegte. Der Pendelkörper beschreibt dann die Evolute der Cycloide, die wieder eine Cycloide ist, deren unterster Punkt senkrecht unter dem Punkte liegt, in dem die Culissen zusammen

<sup>1)</sup> Vergl. WÜLLNER, Lehrbuch der Experimentalphysik 5. Aufl. 1. Bd., Leipzig 1895, pag. 142

treffen Ist  $d$  der Durchmesser des die Cycloide erzeugenden Kreises, so ist diese Zeit bekanntlich

$$t = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{2d}{g}}$$

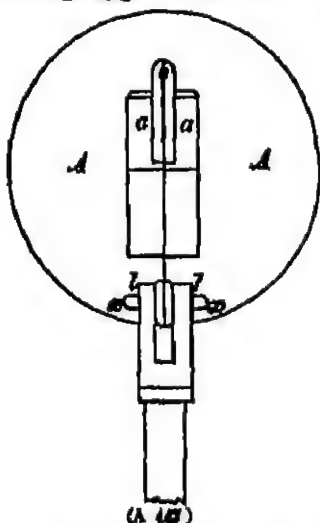
oder weil für  $t = 2d$

$$t = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{t}{g}}$$

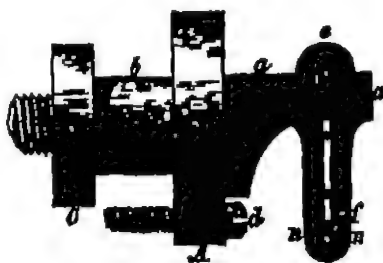
nach die Schwingungsdauer des Pendels von der Länge  $2d$  bei unendlich kleiner Amplitude. An die Entdeckung hat Huygens ganz besondere Liebe gehabt, wenigstens finden sich in seinen hinterlassenen Papieren in einer Art Tagebuch darüber die Worte<sup>1)</sup> »*Sed praecipuum longe hic Cycloides inventum Utinam vidisset Galileus!*« So schon nun aber auch diese Erfindung war, zu praktischer Bedeutung ist sie nie gelangt. Schon bei Erbreiten ihres Urheberis wurde sie wieder verlassen, da sie nur ungenähert gleichbleibende Schwingungsdauern gab, wenn nicht der Schwingungsmittelpunkt gezwungen werden konnte, sich auf der Cycloide zu bewegen und namentlich da in Folge des fortwährenden Antriebes des Pendels die Amplitude sich bei den aufeinander folgenden Schwingungen überhaupt nicht oder nur in ganz unbedeutender Weise ändert. Immerhin hat noch 1839 STAMPTER für eine Amplitude von  $6^\circ$  eine solche Regulierung für die Rathhausuhr in Jemberg ausgeführt die sich gut bewährte, aber nicht von langer Dauer war, da die sie tragende Uhr 1848 vom Blitz zerstört wurde<sup>2)</sup>.

Wir wenden uns nun zur Betrachtung der einzelnen Uhltheile

8) Die Aufhängung des Pendels geschieht bei astronomischen Uhren wohl durchgängig mit Hilfe einer Stahlfeder in der Weise, wie es Fig 117 und



(A 117)



(A 118)

48 in Vorder und Seitenansicht zeigen.  $aa$  ist eine feste Stütze, welche mit der Mutter  $C$  an die Rückwand des Uhrwerks angeschraubt wird, so dass durch diese Wand der Bolzen  $b$  hindurchgeht. Um jede Drehung unmöglich zu machen, wird die Schraube  $d$  noch durch Stütze und Rückwand eingeschraubt. In der Stütze  $aa$  wird der Kopf  $e$  hineingedrückt, der die Feder  $f$  trägt. Mit mehreren Stufen wird diese in  $a$  befestigt, der durch die Mitte gehende Stift  $g$

<sup>1)</sup> VAN SWINDEN, n. n. O., pag. 53

<sup>2)</sup> GRAMMONT, Theoretische Maschinenlehre 2 Bd., Hamburg und Leipzig 1883, pag. 577

liegt in einer in  $s$  befindlichen Rinne. An das untere Ende der Feder sind die beiden Messingplatten  $s$  angenietet, die den  $s$  und die Feder durchdringenden Stift  $s$  tragen. Dieser Stift trägt den Doppelhaken  $l$ , in den von unten die Pendelstange geschraubt wird. Fig. 119 zeigt ihn für sich von der Seite.

Die Dicke der Feder ist etwa die eines Kutenblattes, sie muss aus bestem, gut gehärtetem Stahl verfertigt werden. In der Mitte versieht man sie mit dem Einschnitte  $so$  und erreicht dadurch den Vortheil, dass man sie breiter machen kann, ohne dass sie zu steil wird. Statt einer wendet man zweckmäßiger Weise jetzt meist zwei Federn an und sichert dadurch die Bewegung der Pendellinse. Das sich bewegende Pendel darf die Feder nur hin und herbiegen, Bewegungen in den Befestigungen dürfen unter keiner Bedingung stattfinden. Die Güte der Feder erkennt man daran, dass sie ohne eingehängtes Pendel in Schwingungen versetzt, eine genügend lange Zeit mit stetig abnehmender Stärke schwingt.

Zum Schutze der Pendelfeder beim Herausnehmen des Pendels hat S. RIRRIER<sup>1)</sup> die Pendelstange in zwei Theile getheilt, deren oberer stets mit der Feder in Verbindung bleibt, während der untere leicht abgenommen werden kann. Der obere Theil besteht aus einer Stange von rechteckigem Querschnitt, der in der durch Fig. 147 und 118 angegebenen Weise mit einem Doppelhaken an den Stift der Feder gehängt wird, unten über einen nach einem Kreisbogen gekrümmten Querstift trägt, der nach beiden Seiten gleich viel hervorragt, während der Mittelpunkt des Kreisbogens der Aufhängepunkt des Pendels ist. An der das Pendel tragenden Wand des Uhengehäuses sind zwei durchbohrte Brücken angebracht, deren Durchbohrungen so geformt sind, dass sie die freie Bewegung der beiden in sie hineinragenden Enden des Querstiftes nicht hemmen. Der untere Theil der Pendelstange ist nun ebenfalls mit einem Doppelhaken an den Querstift so aufgehängt, dass die beiden Theile des Hakens zu beiden Seiten des oberen Theiles der Pendelstange angreifen. Um einer seitlichen Verschiebung des unteren Theiles der Pendelstange an dem Stift vorzubeugen, sind auf diesen noch je zwei Ringe angebracht, welche in den Endflächen der beiden Hakenflächen anliegen. So ist es unmöglich gemacht, dass beim Ein- oder Aushängen des unteren Theiles der Pendelstange eine Verletzung der Aufhängefeder eintrete. Auch bei Pendeln mit ungetheilte Stange kann die Vorrichtung verwendet werden. Sie erhält dann ihre Stelle unmittelbar in der unteren Fassung der Pendelfeder.

Bis zu einem gewissen Grade macht die Federaufhängung die Pendelschwingungen isochron und erfüllt so z. Thl. den Zweck, welchen HUYGENS mit den Cycloidenculissen erreichen wollte. Die Feder bewirkt nämlich durch ihre Krümmung eine mit dem Ausschlagswinkel wachsende kleine Erhebung des Schwingungsmittelpunktes über den aus dem Aufhängepunkte mit seinem Abstand von der tiefsten Lage jenes Punktes als Radius beschriebenen Kreis. Ob es möglich ist, dadurch, dass man die Abmessungen der Feder in ein passendes Verhältnis zur Länge und Masse des Pendels setzt, völligen Isochronismus zu erreichen, bedarf freilich noch der näheren Prüfung.<sup>2)</sup>

4) Compensation des Pendels gegen Temperaturänderungen. Soll eine Pendeluhr richtig gehen, so muss ihr Pendel genau die nämliche Länge

<sup>1)</sup> BREVET. Deutsches Reichspatent No. 8407. Zeitschrift für Instrumentenkunde, 1891, XI, pag. 271.

<sup>2)</sup> GRAHROFF, a. a. O., pag. 578.



beibehalten. Da aber Aenderungen der Temperatur auch eine Aenderung der Pendellänge zur Folge haben, so muss man das Pendel compensiren, ihm Einrichtungen geben die es trotz jenes Wechsels seine Länge unter allen Umständen bewahren lassen. Eine Compensation gegen Temperaturänderungen ist auf zweierlei Weise möglich, entweder man wählt den Stoff der Pendellänge so, dass die Wärme ihn nicht ausdehnt oder man bringt Einrichtungen an, welche den Schwingungspunkt des Pendels selbstthätig ebensoviel wieder heben, als er durch Ausdehnung der Pendelstange gesunken ist und umgekehrt.

Trocknes Holz ist ein Stoff, der sich gegen die Wärme fast ganz indifferent verhält, um so empfindlicher aber ist es gegen die Feuchtigkeit. Entzieht man es deren Einfluss, indem man den aus ihm gefertigten Körper mit Oel tränkt und überzieht ihn dann mit einem die Feuchtigkeit völlig abhaltendem Lack, so erhält man aus ihm Pendelstangen, welche kaum Längenunterschiede zeigen und für bessere Regulatoruhren sehr wohl anzuwenden sind. Für astronomische Uhren reicht aber diese Art der Regulirung nicht aus, da sie kleine Aenderungen doch noch zulässt. Um sie völlig zu compensiren, setzt man die Pendelstange aus Metallstäben, die sich verschieden stark ausdehnen, zusammen, legt sie wie Rosistangen nebeneinander und befestigt sie so dass die Verlängerung des einen die des andern aufhebt. Als eines dieser Metalle kann man auch Quecksilber nehmen und das es enthaltende Gefäß dann als Pendelkörper benutzen. Im Vergleich mit dem Rosipendel hat aber das Quecksilberpendel den Nachtheil, dass das compensirende Quecksilber und die zu compensirnde Pendelstange sich in verschiedenen Höhenlagen und dann möglicher Weise in Luftschichten von verschiedener Temperatur befinden, was bei der Anordnung der Stangen des Rosipendels ausgeschlossen ist.

Das Rosipendel wurde 1720 durch HARRISON<sup>1)</sup> zuerst angewendet. Sind die Längen der angebrachten beispielsweise fünf Stäbe mit kleinerem Ausdehnungscoefficienten, deren Verlängerung den Schwingungspunkt senkt, der Reihe nach  $a, b, c, d, e$ , die der dazwischen liegenden das Pendel wieder verkürzenden  $f, g, h, i$  und sind  $\alpha$  und  $\beta$  die linearen Ausdehnungscoefficienten der Metalle aus denen sie bestehen, so ist die Länge des Pendels bei 0°

$$l_0 = (a + b + c + d + e) - (f + g + h + i)$$

und bei  $t^\circ$

$$l = (a + b + c + d + e)(1 + \alpha t) - (f + g + h + i)(1 + \beta t)$$

Soll nun Compensation stattfinden, so muss sein

$$l_0 = l$$

Setzen wir also

$$(a + b + c + d + e) = L$$

und

$$(f + g + h + i) = M,$$

so müsste werden

$$L - M = L(1 + \alpha t) - M(1 + \beta t) = L - M + \alpha Lt - \beta Mt$$

Dieser Gleichung kann nur genügt werden, wenn

$$\alpha Lt - \beta Mt = 0$$

also

$$La = M\beta$$

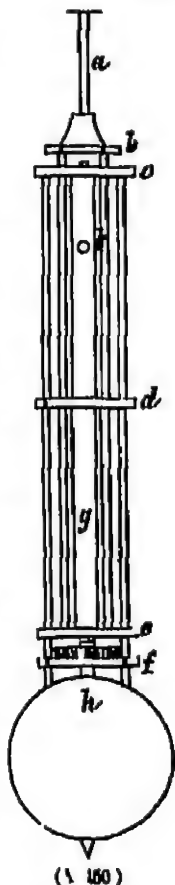
oder

$$L/M = \beta/\alpha$$

<sup>1)</sup> GAUSS, Physikalisches Wörterbuch VII 1, pag 390

Die Gesammmlängen der Stäbe müssen sich also umgekehrt, wie die Ausdehnungscoefficienten verhalten. Hat man die Längen von mehreren dieser Stäbe angenommen, so müssen die übrigen so bestimmt werden, dass diese Bedingung erfüllt ist.

Die Stäbe können nun in verschiedener Weise angeordnet, geformt und befestigt werden, wie die folgenden Beispiele zeigen. Fig. 450 stellt das von KESSELS angegebene compensirte Pendel vor, welches GROSSMANN zu seinen Pendeluhrn verwendete. Der genannte Künstler beschreibt es folgendermassen<sup>1)</sup>: »Der Aufhängungsstab *a* mit dem Haken in seinem oberen Ende ist in dem Querstück *b* befestigt, von diesem aus gehen zwei Stahlstäbe nach unten und tragen das Querstück *c*, welches dem Zinkstabe *e* als Stütze dient, die Ausdehnung des letzteren wirkt sonach in der Richtung nach oben und theilt seine Bewegung dem Querstücke *c* mit. In letzterem sind die äusseren beiden Stahlstäbe befestigt und gehen hinab bis durch das Querstück *f*. Sie sind mittelst Stützen mit diesem Stück verbunden, welches die Schraubenmutter zum Reguliren und mit diesem das Gewicht der Linse trägt. Die Stahlstäbe sind über das Stück *f* hinaus verlängert und ihre Enden reichen in zwei tiefe, in den Rand der Linse gebohrte Löcher, wodurch die Linse mit dem Rost in zuverlässiger Weise verbunden wird. Das Querstück *d* in der Mitte dient lediglich, um dem Roste eine grössere Festigkeit zu geben, und hat keinen Einfluss auf die Compensation.



»Das Rohr, in das die Mittelstange hineinsteht, ist bei diesem Pendel aus Zink und es passt in dasselbe ein kurzer Stahlstab ein, welcher in das Querstück *c* geht und mit demselben durch einen Stift verbunden ist. Die Verklüftung des Rohrs und Verlängerung des Stabes und umgekehrt wird ebenfalls durch Versetzen des Stiftes *l* verursacht. Dieses Rohr reicht von einem Querstück zum andern und die Ein- und Ausschaltung geschieht von oben gegen unten.

»Damit die Ausdehnung der Linse gar nicht in Betracht komme, ist der kurze Stab *k*, welcher das Gewinde zum Reguliren trägt, bis in die Mitte der Linse geführt und dort fest geschraubt, so dass diese Stahlstange bei der Compensation zwar mitzurechnen ist, dagegen die Ausdehnung der Linse, weil sie um den Mittelpunkt nach allen Seiten gleichmässig erfolgt, ganz ohne Einwirkung bleibt.

Wie bei dem KESSELS'schen Pendel wird auch bei dem Greenwicher Pendel die Compensation durch ein die Stahlstange umgebendes Zinkrohr erreicht, ein Verfahren welches zuerst LROUGHTON<sup>2)</sup> angewendet hatte. Der Stahlstab ist in gewöhnlicher Weise aufgehängt, von dem Zinkrohr umgeben und ruht mit seinem unteren Ende auf einer Schraubenhülse, mit deren Hilfe das Pendel regulirt werden kann. Das obere Ende des Zinkrohrs trägt ein Stahlrohr, welches mit seinem erweiterten Rande bis in die Mitte des aus Blei hergestellten Pendel

<sup>1)</sup> GRUBER, Die Uhrmacherkunst und die Behandlung der Präzisionsuhren. Wien 1892 pag. 311 nach Uhrmacher Kalender 1880 pag. 187.

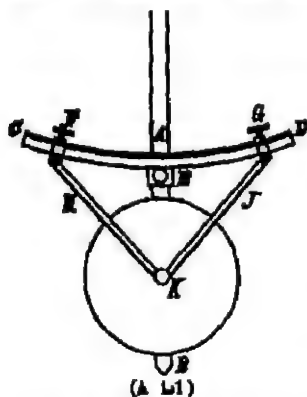
<sup>2)</sup> NICHOLSON's Journal 1804, I IX pag. 225. Vergl. GRUBER, Physikalisches Wörterbuch VII 1 pag. 390.



körpers reicht. Die Röhren sind von Cindälchen durchzogen welche ihr Inneres mit der äußeren Luft in Verbindung setzen und dafür sorgen, dass dessen Temperatur rasch den Schwankungen der Lufttemperatur folgt<sup>1)</sup> Eine weitere in diesem Pendel angebrachte Einrichtung welche die genaue Compensation zu erhalten erlaubt, auch wenn die Länge der das Pendel bildenden Stäbe und Röhre nicht ganz genau bestimmt ist, wird später noch besprochen werden.

Bei dem Compensationspendel von BOURDIN<sup>2)</sup> ist die Eisenstange durch ein Glasrohr ersetzt, das auf beiden Seiten durch Strahlstücke geschlossen ist. Das obere dieser Stücke trägt den Aufhängeraken des Pendels, das untere ist mit einer mit Schraubengewinde versehenen Stange fest verbunden, welche zum Aufsetzen einer Mutter und der ihre Befestigung bewirkenden eiförmigen Gegenmutter dient. Ueber das Glasrohr ist mit ganz geringer Reibung ein Zinkrohr geschoben, welches auf der Mutter ruht. Es geht durch die über ihr befindliche messingene Pendellinse hindurch, welche mittelst zweier Platinstäbe in dem Zinkrohr aufgehängt ist. Dazu ist ein Ring in dem Zinkrohr befestigt welcher mittelst zweier Schrauben einen zweiten Ring trägt, in dem die Platinstangen befestigt sind. Mit Hilfe dieser Schrauben kann durch Vermittlung der Platinstangen die Pendellinse etwas gehoben und gesenkt und dadurch so gestellt werden, dass bei Temperaturänderungen die Linse in Folge der Ausdehnung des Glases und Platins sich um ebensoviel abwärts bewegt, als sie durch die Ausdehnung des Zinkes wieder gehoben wird. Auf diese Weise wird die Pendellänge unverändert gehalten. Zwei Stifte verhindern dass sich die Röhren gegeneinander verdrehen können.

Bei den Hebelcompensationspendeln wird in ähnlicher Weise, wie bei den Unruhen die Compensation bewirkt. Eine solche Einrichtung, die PLATON angegeben hat<sup>3)</sup>, zeigt Fig 451. Das Pendel, dessen Linse allein gezeichnet ist, hat nur eine Stange *A*,



die durch die Linse, bei B wieder erscheinend, hindurchgeht, ohne dass beide direkt mit einander befestigt wären. Gehalten wird die Linse durch die an dem Zapfen A befestigten Stangen *H* und *J*, welche in den äußeren Metallbügeln mit den Schrauben *F* und *G*, endigen. Diese Schrauben sind an den aus zwei Metallen zusammengeschlitten, nach einem Kieise gebogenen Streifen *CD* angeklemmt und verbinden so die Pendelstange mit der Linse. Bei steigender Temperatur sinkt nun zwar die Schraube *F* herab, da sich aber nun der Bogen *CD* der das Metall mit

dem stärkeren Ausdehnungscoefficienten an seiner inneren Seite hat, stärker krümmt, so kann es leicht eingerichtet werden, dass der Schwingungspunkt *K* um eben soviel wieder gehoben wird, als er durch Sinken der Schraube herabgegangen war.

Die Quecksilbercompensation hat bereits 1721 GRAHAM<sup>4)</sup> angewendet. Ist *l* die Länge der Pendelstange,  $\alpha$  ihr linearer Ausdehnungscoefficient so nimmt

<sup>1)</sup> LOCKYER, Die Beobachtung der Sterne sonst und jetzt. Uebersetzt von G. SIEBER. Braunschweig 1880, pag 211.

<sup>2)</sup> GELCHER, a. a. O., pag 321.

<sup>3)</sup> GELCHER, a. a. O., pag 317.

<sup>4)</sup> GRAHAM, a. a. O., VII 1, pag 388.

Bei Erwärmung von  $1^{\circ}\text{C}$  um  $\alpha/l$  Ist sodann  $\beta$  der cubische Ausdehnungscoefficient des Quecksilbers in dem es umschliessenden Gefässe,  $h$  dessen Höhe und nimmt man es als cylindrisch an, welche Form wohl allein in Frage kommen dürfte, so liegt sein Schwerpunkt in der Höhe  $\frac{h}{2}$  über dem Boden. Ohne merklichen Fehler wird man den Schwerpunkt für den Schwingungspunkt nehmen dürfen. Bei einer Temperaturänderung aus  $1^{\circ}\text{C}$  müsste der Schwerpunkt um  $\beta \frac{h}{2}$  gehoben werden und für den Fall vollständiger Compensation also sein

$$\beta \frac{h}{2} = l\alpha$$

$$h = 2l \frac{\alpha}{\beta}$$

Es ist nun nicht zweckmässig, das Quecksilber in Glasgefässen zu verwenden. Schon DENT<sup>1)</sup> hat vorgeschlagen, gusseiserne zu nehmen. Nicht nur, dass solche sich in viel vollkommener Weise cylindrisch herstellen lassen, so lässt sich auch in ihnen das Quecksilber durch Auskochen leicht von aller Feuchtigkeit befreien. Dies ist aber von grösster Bedeutung, da sonst das Füssen in Folge des entstehenden galvanischen Stromes nach Kosten würde. Auch kann das Quecksilber in eisernen Gefässen leicht versendet werden. Nach RIGNAUD<sup>2)</sup> ist nun der Ausdehnungscoefficient des Quecksilbers im Guss Eisen 1718. Es wird somit

$$\beta = \frac{1}{6718} \pi r^2 h,$$

wenn  $r$  den Radius des cylindrischen Quecksilbergefässes bedeutet und also

$$h = 2l\alpha \frac{6718}{\pi r^2} = \frac{6587}{r^2} \sqrt{l\alpha}$$

eine Gleichung welche für eine Pendellänge von der Länge  $l$  mit einem Ausdehnungscoefficienten  $\alpha$  die Höhe  $h$  des Quecksilbers im Gefässe zu berechnen gestattet.

Damit Pendellänge und Gefäss möglichst gleiche Temperatur annehmen, ist jene durch dieses hindurchgeführt. Um dem Quecksilber leicht die Temperatur der Umgebung mitzutheilen, nahm JÜRCHMAN zwei solcher Gefässe, welche er zu beiden Seiten der Pendellänge anbrachte. Da nicht genügend genaue Kenntnisse der Ausdehnungscoefficienten nachträgliche Correcturen nöthig macht, so liegt die Pendellänge oben in Schälchen, in welches Gewichte gelegt werden können, die den Gang des Pendels verlangsamen. Eine weitere Correctur erhält man, wenn man eine auf dem Deckel des Gefässes angebrachte, getheilte Mutter zieht. Eine noch feinere Regulierung lässt das Compensationspendel von RITTLER<sup>3)</sup> zu. Es besteht aus einem Mannesmann Stahlrohr von 16 mm Weite und 1 mm Wandstärke, welches etwa bis zu  $\frac{1}{2}$  seiner Länge mit Quecksilber gefüllt ist. Das Pendel hat ausserdem eine mehrere Kilogramm schwere Metalllinse von einer die Luft gut durchschneidenden Form, oberhalb derselben sind scheibenförmige Gewichtkörper für die Correctur der Compensation aufgeschraubt, deren Anzahl man zu diesem Zweck nach Bedarf ver-

<sup>1)</sup> GRUBER, a. a. O. VI, pag 447. Vergl. LITROWS Kalender für alle Stände, Wien 1845 pag 18.

<sup>2)</sup> WINKELMANN, Handbuch der Physik. Berlin 1896 II 2, pag 87.

<sup>3)</sup> RITTLER, Die Präcisionsuhren mit vollkommen freiem Echappement und neuem Quodcompensationspendel 1894, pag 8.

mehren oder vermindern kann. Das Pendel lässt also eine dreifache Regulierung des Uhganges<sup>1)</sup> zu, eine grobe durch Auf und Abwärtschrauben der Linse, eine feinere durch die ähnlichen Bewegungen der Correctionscheiben unterhalb der Linse und eine ganz feine durch Zufügen von Zulagegewichten, welche auf ein am Pendelrohr angebrachtes Schälchen gelegt werden. Die Güte der Compensation prüft man indem man die von der Uhr angegebene Zeit mit Sternbeobachtungen vergleicht. So fand ANDRÉ für die RIETSCHE Uhr den Compensationfehler für  $\pm 1^\circ \text{C}$  zu 0.0005 Sec. täglich.

Es versteht sich wohl von selbst, dass die Uhren in Räumen aufgestellt werden, die dem Temperaturwechsel in möglichst geringem Grade unterworfen sind. Russische Astronomen sind sogar so weit gegangen, die Uhr in einem im Boden befindlichen Steingehäuse aufzustellen, um sie den Temperaturschwankungen soviel wie möglich zu entziehen.

5) Compensation des Pendels gegen Luftdruckänderungen. Neben den Aenderungen der Lufttemperatur üben auch die des Luftdruckes einen Einfluss auf den Gang der Pendeluhr aus. Denn da die Luft den Schwingungen des Pendels einen Widerstand entgegensetzt, so muss dieser mit wachsender Dichte zu, mit abnehmender abnehmen. Die Dichte der Luft verändert sich aber mit dem Luftdruck. Dass die Wirkung des Luftdruckes bemerkbar ist und also corrigirt oder compensirt werden muss, beweisen die Beobachtungen TISSERAND's<sup>2)</sup> an dem vom Mechaniker WINKLER verfertigten Pendel, welches in einer Tiefe von 27 m unter der Erdoberfläche in den Kellern der Prager Sternwarte aufgestellt ist. Das Pendel schwingt in einem besonderen Gehäuse, welches aber nicht luftdicht verschlossen ist, ein in ihm aufgestelltes Manometer liess erkennen, dass sich der in ihm herrschende Luftdruck mit dem äusseren änderte, Thermometerbeobachtungen aber ergaben nur Schwankungen der Lufttemperatur von  $0.01^\circ$  bis  $0.02^\circ$ . Der tägliche Gang  $\mu$  der Uhr wurde durch die Formel

$$\mu = 0.019 + 0.0146 (\delta - 758)$$

darstellbar gefunden, wo  $\delta$  den Barometerstand in Millimetern bedeutet. Die Formel ist mit Hilfe der Meridianbeobachtungen einer Anzahl Sterne vom August 1894 bis Januar 1895 aufgestellt und ihre Brauchbarkeit folgt daraus, dass der Coefficient 0.0146 mit dem übereinstimmt, den man auch auf theoretischem Wege durch den Widerstand der Luft bedingt findet. Wie merklich der Einfluss des Barometerstandes ist, ergibt sich aus den grossen Abweichungen der durch das Pendel gegebenen von den wirklichen Weithen. Brachte man die Correction wegen des Barometerstandes an, so bewegten sie sich zwischen den Grenzen  $-0.20$  und  $+0.29$ , vernachlässigte man sie, so stiegen diese Werte auf  $-1.28$  und  $+1.07$ .

Es giebt nun zwei Wege, das Pendel vom Einflusse des Luftdruckes zu befreien, entweder indem man es zu compensiren sucht, oder indem man es in einen luftdicht verschlossenen Raum einschliesst. Beide Wege sind eingeschlagen worden. Namentlich hat man die Compensation auf die verschiedenste Weise erreichen wollen. Man hat die Aufhängefeder an den Schlitz einer Metallplatte gelegt, welche mit dem Deckel eines Aneroids oder mit einem Schwimmer auf dem Quecksilber im offenen Schenkel des Barometers sich auf und abbewegt.

<sup>1)</sup> Ueber Gang und Stand der Uhr s. den Artikel Chronometer, Handwörterbuch der Astronomie Bd I pag 635.

<sup>2)</sup> TISSERAND, Compt rend 1896 Bd 122, pag 646.

und so die Pendellänge zu vergrössern oder zu verkleinern gesucht, ohne jedoch zufriedenstellende Ergebnisse zu erhalten

In Greenwich wendet man mit besserem Erfolge einen Magneten an<sup>1)</sup> An das Pendelgewicht sind zu beiden Seiten Stahlmagnete angeschraubt, welche entgegengesetzte Pole nach unten kehren. Ihnen gegenüber befinden sich die nach oben gekohnten Pole eines Hufeisenmagneten, der so aufgestellt ist, dass sich ungleichnamige Pole einander gegenüberstehen. Der Hufeisenmagnet ist an dem einen Arm eines auf Stahlschneide ruhenden Wagebalkens aufgehängt, dessen anderer Arm eine Schale trägt zur Aufnahme von Gewichten behufs Aequilibration des Magneten und eine eiserne Platte, die auf dem Quecksilber im offenen Schenkel eines Heberbarometers schwimmt. Die Anziehung des Magneten verstärkt die Wirkung des Schwerts und vermehrt also die Anzahl der in der Zeiteinheit ausgeführten Pendelschwingungen. Indem der offene Schenkel des Barometers aber vielmal so weit wie der geschlossene ist, so entspricht der Bewegung des Quecksilbers in diesem nur der fünfte Theil von der in jenem. Steigt oder fällt das Barometer also um 1 *cm*, so wird der Hufeisenmagnet um  $\frac{1}{5}$  *cm* gehoben oder gesenkt und dementsprechend der Gang der Uhr beschleunigt oder verlangsamt.

In einfacher Weise suchte KRÖNIG<sup>2)</sup> die Compensation des Luftdruckes zu erreichen, indem er an die Pendellänge ein U förmig gebogenes Rohr mit einem längeren oben geschlossenen und einem kürzeren offenen Schenkel anbrachte. Dieses Rohr wurde soweit mit Quecksilber gefüllt, dass es etwa die Hälfte des geschlossenen Schenkels einnahm aus dem offenen Schenkel über bei dem niedrigsten Barometerstand noch nichts ausfloss. Der obere Theil des geschlossenen Schenkels war mit Luft gefüllt, der ganze Apparat war also nichts anderes wie ein Manometer. Bei steigendem Luftdruck tritt nun ein Theil des Quecksilbers aus dem offenen in den geschlossenen Schenkel über und hebt so den Schwingungspunkt des Pendels. Das so verkürzte schwingt rascher und umgekehrt wird, wenn bei abnehmendem Luftdruck die Quecksilbersäule sich verkürzend den Schwingungspunkt senkt, die Schwingungsdauer verlängert.

Ein solches Manometer kann an jedem gegen die Temperaturänderung compensierten Pendel angebracht werden, wenn nur der Punkt an dem dies geschehen muss, richtig bestimmt wird. Den Abstand  $\xi$  der Mitte der wirklichen Quecksilbersäule, d. h. der Quecksilbersäule, welche im geschlossenen Schenkel über die Oberfläche des offenen emporragt, von der Mitte der Pendellänge findet man nach KRÖNIG mit Hilfe der Formel

$$\xi = \frac{\mu}{864} \frac{2\lambda - h - y}{\lambda y s} V,$$

wo  $\mu$  die tägliche Retardation, welche dem Steigen des Barometerstandes um 1 *mm* entspricht,  $\lambda$  die Länge des mit verdünnter Luft gefüllten Theiles der Röhre,  $h$  den Barometerstand,  $y$  den Höhenunterschied des Quecksilbers in beiden Manometerrihren,  $s$  das Gewicht einer Längeneinheit Quecksilber in der Röhre des Manometers,  $V$  das Trägheitsmoment des ganzen Pendels bedeutet.

Bringt man nun aber das Manometer an, so wird der Gang der Pendels beschleunigt und es muss berechnet werden, um wieviel das den Pendelkörper ummachende Quecksilber mit Gefäss und Zubehör tiefer gelegt werden muss, damit die Schwingungsdauer des Pendels ungeändert bleibt, und dies um so

<sup>1)</sup> LOCKYER, a. a. O., pag. 215

<sup>2)</sup> KRÖNIG, Astronomische Nachrichten No 1482 März 1864

mehr, als auch dadurch das Trägheitsmoment um ein wenig verbessert wird. Aber auch die Wärmecompensation ist dann gestört und es muss somit weiter berechnet werden, wie viel Quecksilber zuzufügen ist, um sie wieder herzustellen. Ist das geschehen, so muss das Untergestell des Pendels wieder etwas gesenkt werden, wenn der richtige Gang der Uhr bewahrt bleiben soll. Weil aber dadurch das Trägheitsmoment des Quecksilbers vermehrt wird, so ist nun ein weiterer Näherungswert von  $\xi$  zu berechnen, danach wieder Quecksilber zuzufügen und das Untergestell wieder zu senken. Längere Vergleichen des Ganges der Uhr mit Zeitbestimmungen, die zu diesem Zwecke angestellt werden geben sodann darüber Aufschluss, um wieviel bei mittlerer Temperatur die Uhr vorgeht und welche Retardation ein Steigen der Temperatur um  $1^{\circ}\text{C}$  hervorruft. Mittels zweier linearer Gleichungen mit zwei Unbekannten findet man schliesslich wieviel Quecksilber noch hinzugefügt, wie weit das Untergestell noch gesenkt werden muss, wenn die Compensation zur Zufriedenheit wirken soll.

In solcher Weise wollte OUDMANS<sup>1)</sup> für die Horwache Normaluhr der Utrechter Steinwarte die Compensation für den Luftdruck herstellen. Während eines ganzen Jahres war zu diesem Zwecke der Gang der Uhr beobachtet, bei den alldann vorgenommenen Messungen zeichlich aber das die Temperaturcompensation herstellende gläserne Quecksilbergefäss und musste durch ein neues von anderer Weite und anderem Gewicht ersetzt werden. Es blieb dann nichts übrig, als die Menge Quecksilber von Neuem zu bestimmen, welche für jene Compensation erforderlich war, sodann die Entfernung des Bodens des Quecksilbergefässes vom Aufhängepunkte des Pendels, endlich den Ort, wo das Manometer angebracht werden musste, um die Compensation zu einer vollständigen zu machen. OUDMANS hat die dazu nöthigen weitläufigen Rechnungen in der Zeitschrift für Instrumentenkunde mitgetheilt, auf welche zu verweisen wir uns hier begnügen müssen.

Einen andern Weg, die Luftdruckcompensation des Pendels zu erhalten, schlägt NIFFOLDT<sup>2)</sup> ein. Ausgedehnte, zum Theil von BISSLI's Arbeiten über das Pendel, ausgehende Bestimmungen, die wir hier jedoch übergangen müssen, führten zu dem Ergebnisse, dass ein Doppelpendel, wie es in Fig 152 von vorn und von der Seite dargestellt ist, gegen Temperaturänderungen compensirt werden kann, wenn seine Theile aus verschiedenen Metallen bestehen, von denen die den unteren bildende den grössten Ausdehnungscoefficient für Wärme haben muss, und wenn zugleich die Massenverhältnisse richtig bestimmt sind, dass dagegen die Compensation gegen Luftdichteänderungen durch Festlegung der Volumenverhältnisse der beiden vertical übereinanderliegenden Hauptpendelmassen möglich ist, endlich dass diese beiden Compensationen unabhängig von einander functioniren. Die Compensationen gegen Luftdichteänderungen will NIFFOLDT auf folgende Weise erhalten (Fig 152). Es werden<sup>3)</sup> eine Anzahl kleiner aus dünnem Blech gefertigter Doppelkreissectoren fächerförmig auf einer gemeinsamen durch den Schwerpunkt der Sektoren gehenden Drehungsaxe befestigt, so dass letztere senkrecht zu den unter sich parallelen Ebenen der Sektoren steht. Die Sektoren lassen sich dert um die Axe drehen, dass sie eine grössere oder kleinere Fläche dem Luftwiderstande darbieten. Diese Vorrichtung wird je nach Bedürfniss in grösserer oder geringerer Entfernung vom

<sup>1)</sup> OUDMANS, Zeitschrift für Instrumentenkunde 1881 I pag 190 ff

<sup>2)</sup> NIFFOLDT, Zeitschrift für Instrumentenkunde 1889 IX, pag 197

<sup>3)</sup> NIFFOLDT, a a O, pag 213

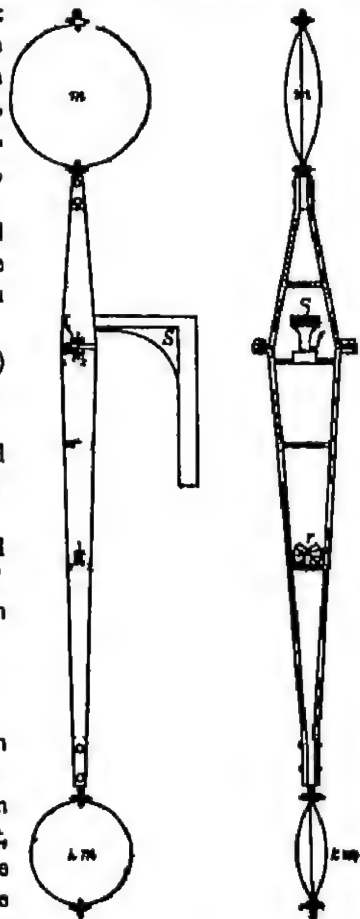
Aufhängepunkt am Pendel angebracht, so dass die Fächeraxe in die Richtung der Bewegung fällt. Die Gesammtfläche aller Sectors braucht nur wenige Procente des Maximalquerschnittes aller Pendeltheile senkrecht zur Schwingungsebene des Pendels zu betragen. In der Figur ist der untere Arm doppelt so lang gewählt als der obere. Die Fächersteuerung ist bei  $\gamma$  zu sehen,  $f$  ist die Aufhängefeder,  $s$  die feste Stütze, welche das Pendel trägt. Sie kann an der Seiten- oder Hinterwand des Gehäuses befestigt werden. Würde man die Grösse des Pendels und seiner Theile fünf Mal so gross, wie in der Figur nehmen, so gäbe die Zeichnung die Maasse für ein Pendel aus Zink und Eisen. Für Bronze und Lössen wären die Maasse der Fig. 452  $\frac{1}{5}$  von den zur Anwendung zu bringenden.

In einer späteren Arbeit schlägt NIFFOLD<sup>1)</sup> vor, den Einfluss der Luftdichte und der Temperaturschwankungen durch ein nicht ausgepumptes Aneroid, welches auf einem am Pendel befestigten, die Aufhängefeder und stütze umschliessenden Ring oder Rahmen mit horizontaler elastischer Membran angebracht ist und dessen oberer Deckel mit einer Schale zur Aufnahme von Gewichten versehen ist, unschädlich zu machen.

Beide Vorschläge scheinen noch nicht aus geführt worden zu sein.

Das zweite Mittel, das Pendel von den störenden Einwirkungen des veränderlichen Luftdruckes dadurch zu befreien, dass man es in einen luftdicht verschlossenen Raum einschliesst, hat 1867 FÖRSTER<sup>2)</sup> angewendet. Er setzte die Uhr in einen Glaszylinder, auf dessen beide Enden messingene Deckplatten aufgerieben und mit einem Gemenge von Wachs und Schweinfett gedichtet waren<sup>3)</sup>. Die Luft in dem Rohre war zum Theil ausgepumpt worden.

Nicht nur die Aufstellung in feuchten Räumen von constanter Temperatur ermöglicht die luftdichte Aufstellung, sie erlaubt auch die darin enthaltene Luft mit Chlorcalcium zu trocknen und schützt besonders wirksam gegen Staub und Unreinigkeit. Die Befürchtung des zu starken Eintrocknens des Oeles hat sich als nicht begründet erwiesen. Die Untersuchung des Ganges dieser Uhr, welche ZWIRK ausführte, hat gezeigt, dass dessen wahrscheinlicher Fehler in der That kleiner war, als bei anerkannt vorzüglichen Uhren. Die Anbringung der Uhr im luftdichten Verschluss ist indessen mit soviel Schwierigkeiten verknüpft, dass man sich besser damit begnügt, die Uhr nur so aufzustellen, dass sie vor starken



(1. 186)

<sup>1)</sup> NIFFOLD, Zeitschr. für Instrumentenkunde 1896 XVI pag. 44.

<sup>2)</sup> FÖRSTER, Carl's Repertorium 1867 III pag. 271.

<sup>3)</sup> ZWIRK, Die Pendeluhr im luftdicht verschlossenen Räume, Inauguraldissertation, Halle a. S. 1888, pag. 6.

Temperatur und Feuchtigkeitsschwankungen geschützt ist. Zeigte doch auch die Umgebung der Berliner Uhr in dem Glasrohr noch Spuren von Wasserdampf, dessen Quelle man in dem zum Dichten benutzten Schweinefett vermutete. Für die Brauchbarkeit der in dieser einfachen Weise getroffenen Anordnung spricht die Formel für den Gang der so aufgestellten Pendeluhr der Bothkampster Sternwarte. Für die Zeit nach dem 31. Juli 1891 fand sie TERRINS<sup>1)</sup> zu  $+0.0081 - 0.000200(T - 1891 \text{ Juli } 31.5) - 0.0442(t^{\circ} - 10^{\circ}\text{C}) - 0.0153(b - 700 \text{ mm})$  wo  $T$  die Zeit der Beobachtung,  $t$  die Temperatur  $b$  den Barometerstand bedeuten.

Einen Ueberblick über die Güte der Compensation einer Anzahl der besten Uhren giebt die folgende von RUTTER<sup>2)</sup> zusammengestellte Tabelle.

Fau- fende Numm.	Namen der Uhr und Ort ihrer Aufstellung	Tägliche Gang- änderung für 1° C Secunden	Grösste Tem- peraturdifferenz ° C	Quellenangabe
1	HOUW0, No 17, Stern- warte zu Loden	-0.0151	17° 6	KAISER, Astronomische Nach- richten, Bd 63, No 1502
2	TREU, No 400, Stern- warte Berlin	+0.0222	15.1	ZWINK, Inaug. dissert. 1888
3	KNOBICH, No 1952, Ob- servatorium Potsdam	-0.0360	16.8	BICKER, astron. Nachrichten Bd 96, No 2290
4	DREW, Observatorium Hongkong	-0.0350	—	DOBARACK, Astron. Nachr. Bd 120, No 2868
5	HOUW0, No 34, Stern- warte Upsala	$\left. \begin{array}{l} -0.0350 \\ -0.0265 \end{array} \right\}$	15	SCHMIDT, Astron. Nachr. Bd 103, No 2452
6	KNOBICH, No 1847	-0.0026	19	SCHUMACHER, Astron. Nachr. Bd 91, No 2166
7	DREW, No 12, Stern- warte Leipzig	-0.0160	22	h. SCHUMANN, Berichte der K. S. Gesellschaft der Wissen- schaften 1888
8	HIER <sup>3)</sup> , Sternwarte Neu- châtel von 1835—1887 von 1888—1890	$\left. \begin{array}{l} -0.0310 \\ -0.0319 \end{array} \right\}$	16.5	HIER, Rapport générale sur l'Observatoire de Neu- châtel
9	KNOBICH, No 1770, Sternwarte Bothkamp	-0.0112	10.8	TERRINS, Inauguraldisserta- tion 1892
10	RITTER, No 1, Stern- warte München	+0.0008	81	ANDING, Sternwarte München

**Die Hemmung.** Wie wir sahen, hatte HUYGENS die Art der Hemmung, wie sie zu seiner Zeit längst üblich war, beibehalten, aber wenn sie sich auch als brauchbar erwies, so hatte sie doch den Nachtheil, grosse Schwingungsweiten

<sup>1)</sup> TERRINS, Untersuchung über den Gang und Stand der Hauptuhr der Bothkampster Sternwarte. Inauguraldissertation, Leipzig 1892, pag. 35.

<sup>2)</sup> RUTTER, Zeitschrift für Instrumentenkunde 1893, XIII, pag. 93.

<sup>3)</sup> Bei der Hier'schen Uhr war das Quecksilberquarntum 1885 und 1888 vermehrt.



des Pendels zu erfordern und dadurch den Isochronismus zu gefährden. Man ersetzte deshalb später die Stange mit den Rippen durch den in Fig 442 dargestellten Anker *N*. Die günstigsten Bedingungen für die Wirkung der Hemmung findet man folgendermaßen<sup>1)</sup>

1) Theorie der Hemmung. Das Pendel schwinde während der Zeit  $\tau_1$  für sich, ohne dass die treibende Kraft seine Bewegung beeinflusst. Während dieses Zeitraumes bleibt das Uhrwerk in Ruhe. Durch die Zeit  $\tau_2$  wirke nun die treibende Kraft beschleunigend auf das Pendel und während einer darauf folgenden Zeit  $\tau_3$ , die oft sehr klein ungenommen wird, schwinde das Pendel wieder für sich weiter, während die treibende Kraft auf das Uhrwerk einwirkt. Es ist also dann  $\tau_1 > \tau_2 > \tau_3$  und die Schwingungszeit

$$\tau = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3$$

Nennen wir nun *A* den Ueberschuss der Arbeit, welche die treibende Kraft verrichtet, über die Arbeit des Widerstandes des Uhrwerks während der Zeit  $\tau_2$ , *B* die Widerstandsarbeit des Pendels für die ganze Schwingungsdauer  $\tau$ , so dient nicht die ganze Arbeit *A* zur Ueberwindung des Widerstandes *B*, sondern da am Anfang der Zeit  $\tau_2$  das Uhrwerk in Ruhe war, nur ein Theil davon. Ist *M* die auf den Angriffspunkt der Hemmung im Pendel reducirte Masse des Uhrwerks,  $v_2$  die Geschwindigkeit dieses Punktes am Ende von  $\tau_2$ , *W* der Widerstand, den das Pendel unabhängig von seiner vorübergehenden Berührung mit der Hemmung leistet, also namentlich der ihm von der Luft entgegengesetzte, *R* der Reibungswiderstand beim Hingleiten des das Pendel antreibenden Theiles der Hemmung, so ist

$$A = \frac{1}{2} M v_2^2 + B = \frac{1}{2} M v_1^2 + R + W$$

Ist ferner  $w_2$  die der Geschwindigkeit  $v_2$  entsprechende Geschwindigkeit des mit dem Angriffspunkt der Hemmung zusammenfallenden Pendelpunktes,  $w_1$  das Maximum der Geschwindigkeit  $w$  dieses Punktes, also seine Geschwindigkeit in der Mitte des Schwingungsbogens, so bleibt selbst bei größter Aenderung des Ausschlagswinkels  $\alpha$  die Aenderungsgesetz von  $w$  und die Schwingungsdauer  $\tau$  ungeändert und da man also  $w_1 = n\alpha$  setzen kann, wo  $n$  eine Constante bedeutet, so ist

$$\frac{1}{2} M v_2^2 = \frac{1}{2} M \left( \frac{v_2}{w_1} \cdot \frac{w_1}{w_1} n \right)^2 \alpha^2$$

Da die Reibungsarbeit *R* nahezu proportional  $\alpha$  sein wird, so darf man setzen

$$R = a + b\alpha$$

wo *a* und *b* zwei Constante bedeuten. Ebenso darf man das Moment des Luftwiderstandes für die Schwingungsaxe des Pendels proportional  $w^m$  setzen, also, wenn *C* wieder eine Constante ist

$$C w^m = C \left( \frac{w}{w_1} \right)^m (n\alpha)^m,$$

somit der von der Luft für den Ausschlagswinkel  $2\alpha$  der Pendelbewegung entgegengesetzte Widerstand

$$W = 2 \int_0^\alpha C w^m d\alpha = 2 C (n\alpha)^m \int_0^\alpha \left( \frac{w}{w_1} \right)^m d\alpha$$

<sup>1)</sup> GRASSOFF, a. a. O. II, pag 630



Das Integral ist gleich dem Produkte aus  $\alpha$  in einen durch das Schwungetz bestimmten Mittelwerth von  $\left(\frac{w}{w_1}\right)^m$ , so dass, wenn man dies ebenso  $2/m$  als Factoren in eine weitere Constante  $c$  einschliesst

$$W = c \alpha^{m+1},$$

wo  $m$  zwischen 1 und 2 liegt und  $w$  um so näher an 1, je mehr d Widerstand sich vorzugsweise als Reibung geltend macht. So ergibt sic

$$A = \frac{1}{2} M \left( \frac{v_2}{w_2} - \frac{w_2}{w_1} \alpha \right)^2 a^2 + a + b \alpha + c \alpha^{m+1}$$

und

$$\frac{dA}{d\alpha} = M \left( \frac{v_2}{w_2} - \frac{w_2}{w_1} \alpha \right) a + b + (m+1) c \alpha^m$$

Sollen hier die Aenderungen von  $\alpha$  möglichst klein erhalten werden müssen die Ursachen der Aenderung von  $A$  möglichst fern gehalten, Verhältnisse so gewählt werden, dass  $\frac{dA}{d\alpha}$  möglichst gross wird. Das

man im Unbedenklichsten, wenn man  $\frac{v_2}{w_2}$  und  $\frac{w_2}{w_1}$  möglichst gross

$\frac{v_2}{w_2}$  hängt von den Eigenthümlichkeiten der verschiedenen Hemmungs

$\frac{w_2}{w_1}$  dagegen ist möglichst = 1 zu machen, indem man eine Anordnung

welcher das Pendel stets während einer solchen Zeit  $\tau_2$  angetrieben werden es mit seiner grössten Geschwindigkeit durchläuft. Dann setzt Schwingungsdauer in der Weise aus ihren Bestandtheilen zusammen, d

$$\tau = \frac{1}{2} \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \frac{1}{2} \tau_1$$

wird. Das Stoigrad kann nun nur während der kleinen Zeit  $\tau_2$  der be Kraft folgen, während der Zeit  $\tau_1$  ist es durch Vermittlung seiner heimmt, und nur innerhalb der Zeit  $\tau_2$  wirkt es durch seine Zähne auf das schwingende Pendel. Ist während  $\tau_1$  und  $\tau_2$  das Stoigrad in harer Berührung mit dem Regulator, so hat man die direkt oder un wirkende Hemmung, wozu die rückspringende und ruhende schwingt das Pendel dagegen während des grossen Theiles der I dauer  $\tau_1$  ganz frei, nämlich unabhängig von der Hemmung, wirkt indirekt oder mittelbar, so ist die Hemmung eine freie.

2) Die rückspringende Hemmung oder den englischen B 1680 zuerst der englische Uhrmacher GRIMM angewendet. Sie ist abgebildet. Hat der rechts hinter  $H$  gelegene Haken von  $N$  eines Rades  $M$  freigegeben so rückt das Rad um einen Zahn weiter, nachdem dies geschehen ist, durch den linksgelegenen Haken von wieder in seiner Bewegung gehemmt, da dieser bei der Schwingung und Hakens nach rechts in die Zahnflücke getreten ist. Das Pendel aber seine Schwingung noch nicht vollendet und drängt, indem es noch weiter nach rechts bewegend und den Anker  $N$  mitnehmend, gehemmten Zahn so lange wieder zurück, bis sich seine Bewegung. Das dadurch bedingte ruckweise Vorschreiten mit folgendem Zurück kann man sehr schön mit blossen Auge und an der in riesenhafte A ausgeführten Uhr im Krystallpalast in Sydenham sehen. Während Theiles seiner Schwingungen wird also das Pendel von der treib



sie die Berührungspunkte der von  $D$  in den um die Zahnspitzen des Steigrades gelegten Kreis gezogenen Tangenten bilden. Setzt man nun

$$\angle dbp = d'b'p' = \alpha$$

$$\angle dDp = d'Dp' = \beta$$

$$Dp = Dd = Dp' = Dd' = l$$

$$bp = b'p' = a,$$

so wird

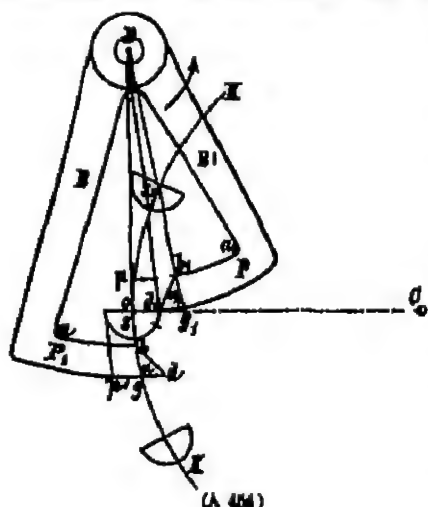
$$pd = p'd' = \beta \quad l = a \tan \alpha$$

und die Bedingung für einen guten Gang der Hemmung würde sein

$$\frac{\tan \alpha}{\beta} = \frac{l}{a}$$

Soll nun, wie dies die vorgetragene Theorie fordert, das Verhältnis  $\frac{w_2}{w_1}$  möglichst gross werden, so wird  $w_1$  gleich der Maximalgeschwindigkeit des Ankers gemacht werden, das Pendel also seine Ruhelage gleich nach Beendigung des Antriebes durchlaufen müssen. Genau diese Forderung zu erfüllen, ist deshalb nicht möglich, weil die Steigradzähne die Kanten  $d$  und  $d'$  nicht verlassen, während das Pendel dieselbe Lage einnimmt. Annähernd aber wird dies dann geschehen, wenn bei der Ruhelage des Pendels eine Steigradzahnkante in der Mitte der entsprechenden Hebefläche steht, oder auch, wenn die Axe  $D$  lothrecht über  $C$  sich befindet und die Mittellinie  $DC$  des Ankers den Winkel  $bDd'$  halbiert.

4) Die Stiftenhemmung. Da bei dem Graham Gang die Steigradzähne abwechselnd von der einen und der anderen Seite gegen den Anker stossen, so werden die Axen des Steigrades und des Ankers mit der Zeit etwas schlotterig. Diesen Uebelstand vermeidet die vom englischen Uhrmacher WILLIAMY erfundene Stiftenhemmung, deren Einrichtung aus Fig. 451 ersichtlich ist. Bei ihr ist der Anker, der sich von dem der ruhenden Hemmung hauptsächlich durch die ungleiche Länge der Arme und den spitzen Winkel, den sie einschliessen, unterscheidet, über dem am weitesten links liegendem Punkte des Steigrades angebracht. Die Ruheflächen  $ab$  und  $a'b'$  sind wieder Cylindersflächen mit der Axe  $D$ , anstatt der Zähne aber trägt das Steigrad Stifte, deren Querschnitt ein Halbkreis ist und die sich senkrecht auf der Ebene des Steigrades



erheben. Der Halbmesser der Grundkreise dieser Stifte bleibt etwas hinter der Dicke der Ankerhaken  $P$  und  $P'$  zurück. Der Radius der Ruheflächen kann kleiner wie der des Steigrades genommen werden.

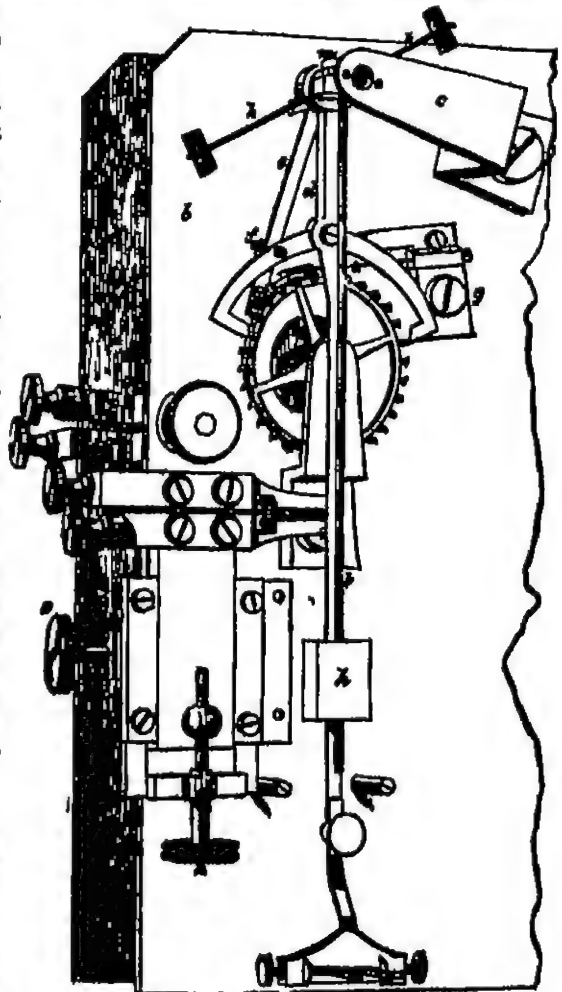
Hat nun das Pendel seine äusserste Lage nach links erreicht, so liegt ein Stift auf der Ruhefläche  $a_1b_1$  auf, an der er, indem das Pendel wieder nach rechts schwingt, während der Zeit  $\frac{1}{2}\tau$ , hingeleitet, bis er mit Beginn der Zeit  $\tau_1$  an die Hebefläche  $b_1d_1$  gelangt und daran hingeleitend dem Pendel den nötigen Antrieb erteilt. Am Ende dieser Zeit trifft er auf die Ruhefläche  $ab$ , die so liegen muss, dass die Zeit  $\tau_2$ , an deren Schluss die freie Bewegung des Steig-

rades ruft, sehr kurz ist und beim Auflegen des Stütes auf *ab* nun wieder die doppelte Zeit  $\frac{1}{2} \tau$  beginnt

5) Die freie Hemmung Bei den freien Hemmungen wird zwischen das Pendel und das Steigrad ein Hilfsmechanismus eingeschaltet dessen Bestimmung es ist, während des grössten Theiles der Hemmung d. h.  $\tau$ , die Schwingung ganz frei geschehen zu lassen, so dass die Reibungsarbeit auf ein Minimum zurückgeführt wird. Lässt man dann noch anstatt der mehr oder weniger veränderlich wirkenden Hauptbetriebskraft des Pendels eine davon abgeleitete constante Hilfskraft seinen Anstoss besorgen, so erhält man die freie Hemmung mit constanten Kraft

Namentlich bei den grossen Ausschlagswinkeln der Unruhen wird die freie Hemmung mit Vortheil angewendet, doch ist sie auch bei Pendeluhrn im Gebrauch. Eine astronomische Pendeluhr mit freier Hemmung hat Amy angegeben und sie von L. DRAI & Comp

in London für die Sternwarte in Greenwich bauen lassen wo sie 1871 aufgestellt worden ist. Das Pendel dieser Uhr ist während seiner Schwingungszeit frei bis auf einen Theil jeder Mal der zweiten Sekunde, während welcher es seinen Antrieb erhält. Es tuckt also während zweier Secunden nur einmal. Soweit es zum Verstillen dieses Ringes nothig ist, sind in Fig. 455 die dazu in Betracht kommenden Theile dargestellt. Das Pendel selbst ist fortgelassen, über die Gabel, welche es führt, ist sichtbar. Mit ihr steht der Anker in Verbindung, dessen Form nichts Besonderes bietet. Seine Axe wird durch die Ingerplatte *c* gehalten. Diese trägt ausser dem Ankeistab *d* auch noch einen Arm *e*, welcher bei *f* mit dem linken Arm des Ankers verbunden ist. Das Metallstück *g* dient zum Halten eines nach links vorspringenden und am äussersten Ende gekrümmten Sperrhakens, der in der Nähe des obersten Theils des Steigrades einen Zapfen zum

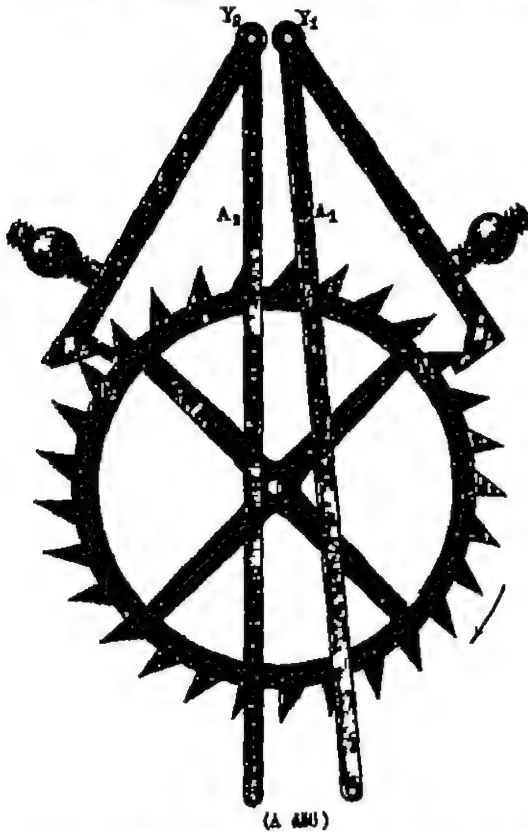


(1. 101)

Anhalten des Rades besitzt, dann aber in eine Feder ausläuft, welche ausserordentlich leicht nachgibt. Das Pendel schwingt demnach von rechts nach links voll kommen frei, bis ein Stüt am Ende des Armes *e* den Sperrhaken aushebt. Dadurch kann das Steigrad dem Zuge des Gewichtes folgen und der zunächst über dem Anker

haken auf der linken Seite stehende Zahn fällt in der Weise, wie es die Figur zeigt auf ihn herab und giebt dem Pendel den nöthigen Kräftantich. Der Zapfen aber hält das Rad sofort wieder an und das Pendel beendet seine Schwingung nach links. Nach rechts zurückschwingend gleitet es an der Feder vorbei, ohne den Sperrhaken auszuheben und den nächsten Punkt an lebendiger Kraft erhält es erst wieder, wenn es abermals nach links schwingt. Der Ankerhaken auf der rechten Seite dient also nicht zur Hemmung, sondern nur als Sicherheitshaken für die Zeit, während welcher der andere Haken nicht in das Rad eingreift.

6) Die freie Hemmung mit constanter Kraft, welche MURRAY angegeben hat, zeigt Fig 156. Der Anker besteht aus zwei Stücken, die die Haken  $S_1$  und  $S_2$  tragenden Arme und von einander getrennt und mit den mit ihnen



(A. M.)

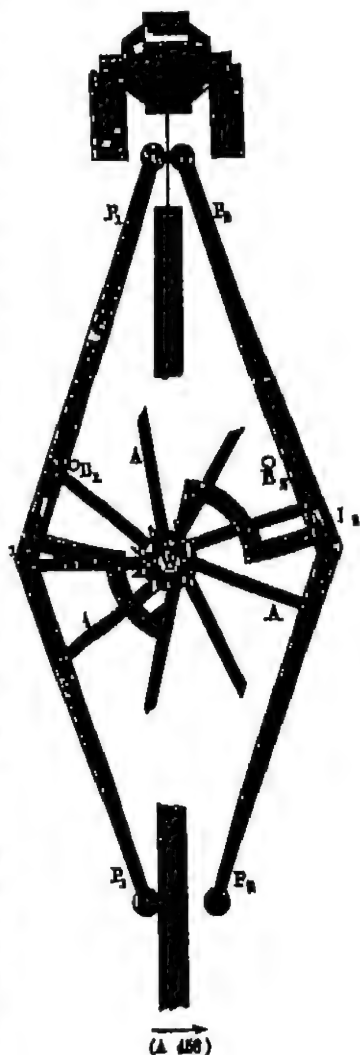
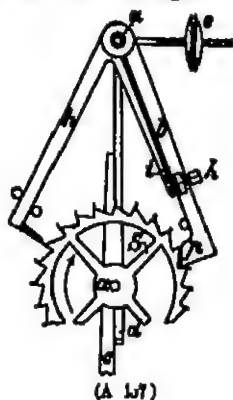
fest verbundenen Armen  $A_1$  und  $A_2$  versehen sind, um die Achsen  $Y_1$  und  $Y_2$  drehbar. Das Pendel schwingt sich zwischen den beiden am unteren Ende der Stäbe befindlichen Stützen. In dem in der Figur dargestellten Zeitpunkt bewegt es sich nach rechts und hebt, wenn es gegen den Stab mit Arm  $A_1$  stößt, den Zahn  $Z_1$  aus den Zähnen des Stützrades heraus. Der Arm  $A_1$  hat seine Stellung eingenommen, nachdem der Zahn  $Z_1$  in der schiefen Ebene eines Halbes  $S_1$  heruntergeklaut und an deren unterem Ende in Ruhe gekommen war. Das Stützrad dreht sich nun in der Richtung des Pfeiles und treibt dabei den Haken  $S_2$  soweit nach außen, bis der Zahn  $Z_1$  am Ende der schiefen Ebene  $S_2$  angekommen ist, so den Stab  $A_2$  etwas hebend. Indem sich aber nun das Pendel wieder nach links wendet, folgt ihm der Stab  $A_1$  und ruht es in seine Ruhelage. Sobald es

diese wieder überschritten hat, trifft es auf den Stab  $A_2$  und löst dadurch  $S_2$  von  $Y_2$  aus, indem es gleichzeitig den Stab  $A_1$  zur Seite drängt. Zurückfallend treibt dieser es wieder nach rechts und so wiederholt sich der Vorgang immer von Neuem.

In einfacherer Weise sucht F. W. RÖTTER<sup>1)</sup> die nämliche Aufgabe zu lösen. Seine freie Pendelschwingung mit stetiger Kraft ist aus Fig 157 ersichtlich. Um die Achse  $a$  drehbar befestigt ist zunächst das dem Pendel den Antrieb ertheilende System, welches aus den Armen  $d$  und  $b$  und dem durch eine Schraube verstellbarem Gewichte  $e$  besteht. Mit ihm nicht in Verbindung steht

<sup>1)</sup> Deutsches Reichspatent No 52868 vom 4. Dec 1889. Vgl. Zeitschrift für Instrumentenkunde 1891, XI, pag 75.

der ebenfalls um  $a$  drehbare Hemmarm  $k$ , der mit dem Hebel  $s$  ein Ganzes bildet. Schwingt nun das Pendel, dessen oberer Theil  $c$  in der Figur sichtbar ist und das mit keinem der beschriebenen Theile in Verbindung steht, nach links, so erhält es seinen Antrieb durch das Eigengewicht des auf ihm ruhenden Armes  $d$  durch das des Armes  $b$  und das Gewicht  $e$ . Dabei stößt die Schraube  $k$  gegen den Hebel  $s$  drängt ihn zur Seite und hebt dadurch den Hemmarm  $k$  vom Steigrad  $ab$  dessen einen Zahn er in einer kleinen, in diesem befindlichen Rast aufhält. Das Steigrad dreht sich in der Richtung des Pfeiles und hebt in der schiefen Fläche  $p$  des Armes  $b$  diesen und die mit ihm zusammenhängenden Theile, während das Pendel frei weiter schwingt. Die Hebung findet dadurch ihr Ende, dass sich die wirkende Nuthspitze auf eine kleine Stufe der Neigungsfläche  $p$  legt. Schwingt alsdann das Pendel wieder nach rechts so nimmt es  $d$  mit und hebt  $b$  vom Steigrad  $ab$ , das aber wieder durch  $k$  gehemmt wird, bis sich die beschriebenen Vorgänge wiederholen.

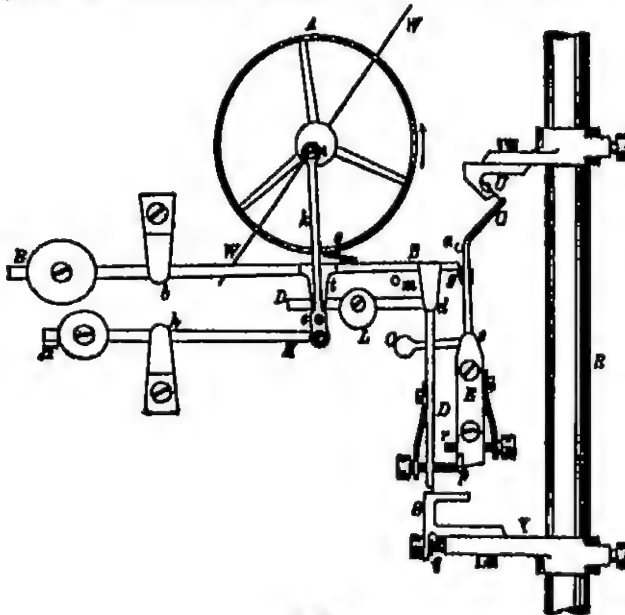


Bei der Hemmung von MUEHL kann es vorkommen, dass die Haken  $S$  zu weit nach außen getrieben werden und ihre runden Flächen alsdann die Zähne des Steigrades nicht mehr aufzuhalten im Stande sind. Dieser Uebelstand will die in Fig. 458 dargestellte Hemmung von BROXAM<sup>1)</sup> dadurch vermeiden, dass das Ausheben der in das Rad eingreifenden Haken nicht unmittelbar durch das Pendel, sondern durch ein kleines auf der Axe des Steigrades sitzendes Rädchen bewirkt wird. Die schwingenden durch ihr Gewicht das Pendel antreibenden Stäbe  $P_1, P_2$  tragen je zwei Zapfen  $L_1$  und  $L_2$  in ihrer inneren Seite, welche durch eines der nun etwa  $\frac{1}{2}$  Zoll langen auf der Steigradaxe sitzenden Nuthen  $A$  angehalten werden. Ausserdem tragen die Stäbe  $P_1$  und  $P_2$  zwei rechtwinklig gebogene mit spitzen Haken versehene Arme  $II_1$  und  $II_2$ , welche die dreieckigen Zähne des Rädchens  $T_1, T_2$  festhalten, wenn die Stäbe  $P_1, P_2$  sich nach innen bewegen. Schwingt nun das Pendel  $P$  nach links so drückt es den Stab  $P_1$  zurück, dessen Zapfen  $L_1$  denjenigen der Arme  $A$  welcher mit der äussersten Spitze an ihm anliegt, frei lässt und indem es zugleich die Platte  $II_1$  aus den Zähnen des Rades  $T_1, T_2$  aushebt, der Axe  $W$  sich zu drehen gestattet.

<sup>1)</sup> LOCKYER, a. a. O., pag. 222

Schwingt nun, wie in der Figur, das Pendel wieder nach rechts, so folgt ihm, es antreibend, der Stab  $P_1$  bis einer der Arme  $A$  auf den Zapfen  $L_2$  sich aufliegt. Dabei hat das Radchen  $T_1 T_2$  den Haken  $H_2$  und mit ihm den Arm  $P_2$  und den Zapfen  $L_2$  soweit zurückgedrückt, dass die geringste Bewegung des Aimes  $P_2$  nach rechts den Arm  $A$  loslässt. Diese bewirkt aber das in seiner äußersten Lage auf der rechten Seite ankommende Pendel und das eben beschriebene Spiel des Stabes  $P_1$  wird nur von dem Stabe  $P_2$  ausgeführt, dabei schwingt das Pendel wieder von  $P_2$  angetrieben nach links und der auseinander gesetzte Vorgang wickelt sich von Neuem ab. Bei jeder Pendelschwingung rückt die Uhr um 1 Secunde vor.

Den Zweck, dem Pendel, wie es die Theorie fordert, in der Mitte seines Schwingungsbogens durch die Schwere allein unabhängig vom Räderwerk einen Antrieb zu ertheilen, erreicht C. A. YOUNG bei der im Observatorium zu Princeton N. J. aufgestellten Normaluhr in ganz anderer in Fig. 459 dargestellter Weise. Die Uhr, welche von der HOWARD CLOCK CO. ausgeführt worden ist und sich vorzüglich bewährt hat, schuldet der Mechaniker D. APPEL<sup>1)</sup> an der Hand der Figur, bei deren Darstellung der Beobachter als hinter der Uhr stehend angenommen wurde, in folgender Weise: In der gezeichneten Stellung ruht der



(1 459)

Sperrhebel  $B'B$ , die-  
bei  $b$ , das Hem-  
mungsrädchen  $A$ , welche  
für jeden Antrieb einen  
vollen Umlauf macht,  
bei  $e$ , und ist selbst  
gefangen und vor allem  
Herabfallen gesichert  
bei  $g$  durch den Vor-  
fallhebel  $C'C$ , welcher  
sehr empfindlich bei  $c$   
gelagert ist und sich  
gegen den justirbaren  
Stift  $a$  lehnt. Das Pen-  
del  $R$  ist dargestellt,  
wie es sich von der  
linken her der verti-  
calen nähert. Der Aus-  
löser  $U$ , ganz ähnlich  
der Sperrklinke des  
gewöhnlichen Chrono-

meters, ist eben im Begriffe, das obere Ende des Vorfallhebels zu berühren. Indem sich das Pendel noch weiter bewegt, schiebt der Auslöser den Vorfallhebel nach rechts und gleitet darauf über ihn hinweg, so dass derselbe völlig frei wird, bevor dies jedoch geschieht, wird der Sperrhebel  $B'B$  bei  $g$  ausgelöst und fällt, theilweise durch das Gewicht  $B'$  entlastet, auf den festen Stift  $u$ .

Indem er fällt, nimmt er den Antriebshobel  $DD$ , drehbar bei  $d$  und belastet mit dem Gewicht  $L$ , mit sich. Inzwischen hat sich der Winkel  $S$ , am Arme  $X$  durch die Schraube  $q$  justirt, so weit nach rechts bewegt, dass das untere Ende des Antriebhebels während des Fallens zur linken von  $S$  herabsinkend, oben passen kann, sobald nun die Schraube  $p$  von dem Stein am unteren Ende

<sup>1)</sup> Zeitschrift für Instrumentenkunde 1887 VII 29



des festen Lagers  $L$ , gegen den sie sich bislang stützte abgelenkt, wird das untere Ende des Antriebhebels augenblicklich unter der Wirkung des Gewichtes  $Z$  nach rechts gehen und gegen  $S$  drückend dem Pendel einen Stoß oder Antrieb erteilen, welcher so lange dauert, bis der Antriebhebel, sich gegen die Schraube  $s$  lehnt.

Im Augenblicke der Befreiung von  $p$  wird der Zahn des Hemmungsrades bei  $e$  ausgelöst und das Rad beginnt seinen Umlauf. Der Windflügel  $WIF$  ist so justirt und seine Form so gewählt, daß der Umlauf nahezu  $\frac{1}{2}$  Sekunden dauert.

Indem sich das Rad dreht, senkt der Kurbelzapfen  $r$  noch für einen Augenblick die Kurbelstange  $r$  und mit ihr den Stift  $e$  am unteren Ende. Dieser Stift greift unter den Antriebhebel  $DD$ , sobald inzwischen der Antrieb beendet ist, beginnt der Stift  $e$  sich zu heben und auf das Ende des Hebels  $DD$  zu wirken. Er wird zuerst  $L$  heben, bis  $p$  genügend zurückgezogen ist, um  $L$  zu pressen, dann erreicht  $e$  den Vorsprung  $t$  am Speihebel  $BB$  wirkt gleichzeitig auf diesen und hebt  $BB$  den Antriebhebel, und die in diesem hängenden Theile noch weiter mitnehmend, bis etwas über die angegebene Stellung hinaus, um dem Vorfallhebel  $CC$  zu gestatten, durch die Wirkung des Gewichtes  $C'$  seine Stellung wieder einzunehmen. Wenn der Kurbelzapfen  $r$  seinen oberen toten Punkt passiert hat, wird  $BB$  sanft herabgelassen auf den Ruhestein  $w$  und das Hemmungsrad wird weiter laufen, bis sein Aretizahn wieder in die Stellung gebracht ist, wie in der Figur.

Der Hebel  $II' A II$  stützt das untere Ende der Kurbelstange  $a$  und das Gewicht  $II'$  ist so justirt, daß seine Wirkung fast der während der beiden halben Umläufe des Hemmungsrades aufgewandten Arbeit gleichkommt.

Indem das Pendel nach links zurückkehrt, gleitet der Auslöser  $U$  über das unterste Ende des Vorfallhebels ohne merklichen Widerstand und der Kreis ist vollendet. Das Pendel ist demnach während seiner ganzen Schwingung vollkommen frei, ausgenommen den einen Augenblick, wenn es die Ruhelage passiert.

Erwähnt sei hier auch die von Weiss<sup>1)</sup> in Glogau vorgeschlagene Pendelhemmung mit constanter Kraft, bei der ein sinkendes Gewicht durch Anstoß eines von ihm bewegten kleinen Zahnrades in ein Kionrad den von ihm ausgeübten Antrieb auf das Stoßrad überträgt, die Hebung des Gewichtes nach Auslösung einer Sperre über durch ein zweites in das nämliche Zahnrad eingreifendes Kionrad, welches von der Gewichtswalze aus angetrieben wird, besorgen läßt.

Ein ganz neues Princip hat A. Rörner<sup>2)</sup> bereits 1869 zu einer völlig freien Hemmung verwendet, welches dann im Anfange der achtziger Jahre des 19. Jahrhunderts GROSSELANDT in Genf und PLASSER in Altona auch auf die Uhrwerke zu übertragen versucht haben. 1889 gab RÖRNER seiner Hemmung die sogleich zu beschreibende Form und 1890 wandte sie der oben erwähnte Mechaniker AUFF zur Bewegung eines Äquatorials an, nachdem er 1884 wohl selbstständig auf die nämliche Idee wie RÖRNER, gekommen war.<sup>3)</sup>

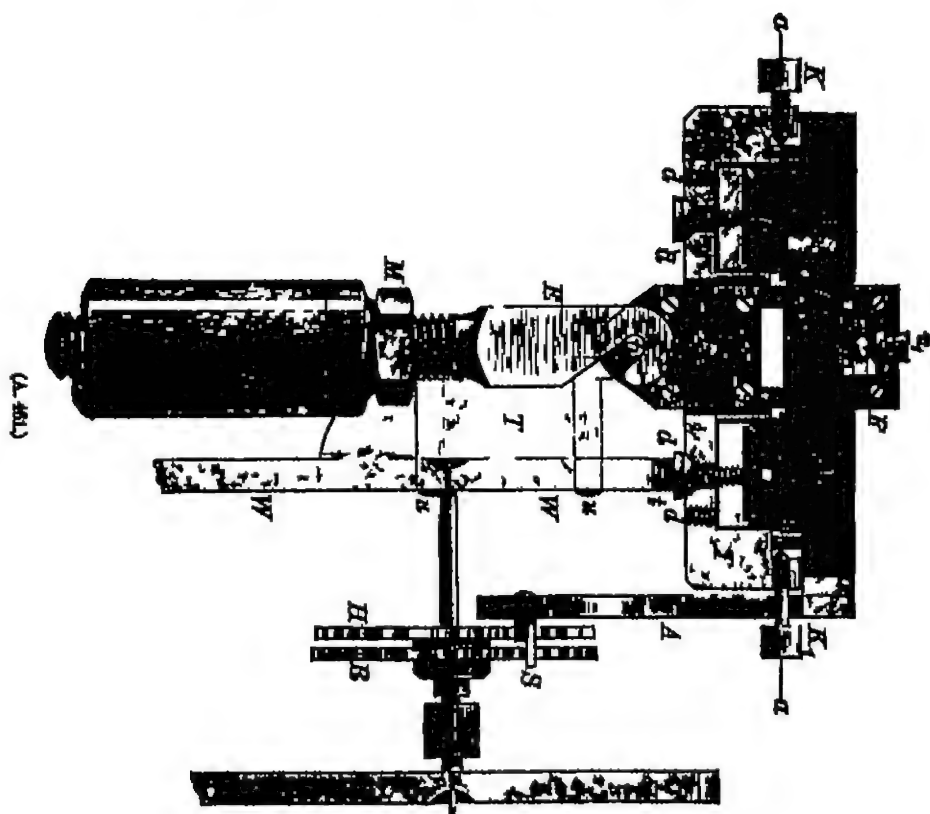
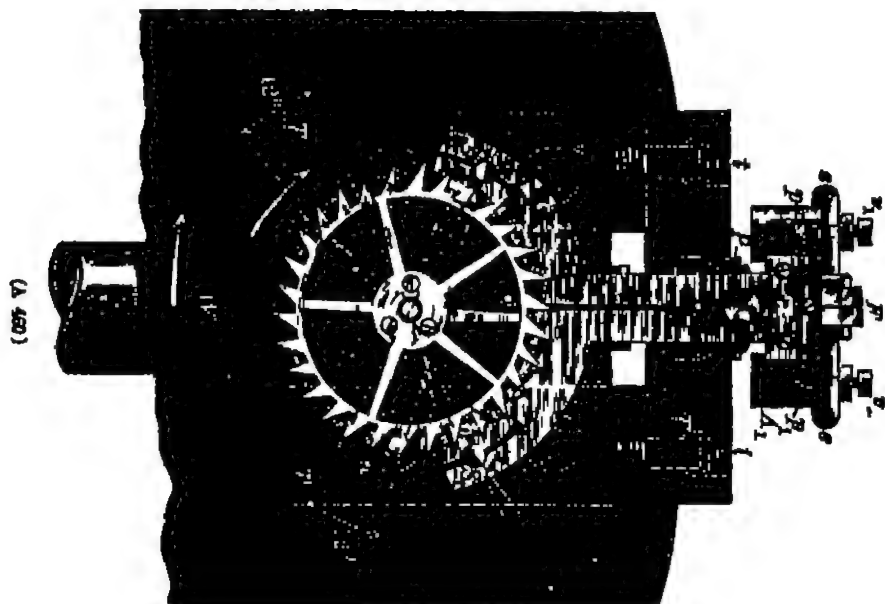
Die RÖRNER'sche Hemmung, welche die Figuren 460 und 461 in natürlicher Größe in Vorder und Seitenansicht darstellt, beruht darauf, daß die Aufhängesfeder jeder Pendelschwingung durch das Räderwerk eine kleine Biegung

<sup>1)</sup> Zeitschrift für Instrumentenkunde 1893 XIII 433

<sup>2)</sup> Zeitschrift für Instrumentenkunde 1892 XII pag 164

<sup>3)</sup> Zeitschrift für Instrumentenkunde 1892 XII pag 19





erhält und hierdurch ein wenig gespannt wird<sup>1)</sup> Diese Spannkraft der Pendelfeder ertheilt dann dem Pendel den Antrieb. Da somit das Pendel mit dem Uhrwerk nur durch die Aufhängesfeder in Verbindung steht, so schwingt es vollkommen frei.

Die  $TT$  ist ein an der rückseitigen Werkplatte  $W$  der Uhr durch 4 Schrauben  $ss$  festgeschraubter hölzerner Läger aus Metallguss, so beschreibt RITZ eine Uhr, in welchem die beiden Lägersteine  $PP$  befestigt sind, deren ebene Oberflächen, zwischen denen die Pendelaufhängung hindurch geht, zusammen in einer horizontalen Ebene liegen. Auf dieser Ebene liegt die Dichtungsaxe  $aa$  des Ankers  $A$ , welche durch die Messerschneiden der Stahlprismen  $cc$  gebildet ist. Die für den ordnungsmässigen Eingriff des Ankers in die Gangräder  $U$  und  $R$  erforderliche Richtung erhält die Drehungsaxe des Ankers durch die Kornerspitzen der Schrauben  $KK_1$ , welche jedoch, wenn das Pendel  $B$  ein gehängt ist, ein wenig zurückgeschraubt werden, damit sie das freie Spiel des Ankers nicht beeinträchtigen.  $R$  ist die auf das Ankerstück  $A_1A_1$  aufgesetzte Pendelaufhängung mit der Pendelfeder  $ss$ , deren Biegungsaxe genau mit der Dichtungsaxe  $aa$  des Ankers zusammenfällt. Das Gangrad ist ein Doppelrad und besteht aus dem Hebungsrade  $U$  und dem etwas grösseren Ruherade  $R$ . Die Zähne  $AA_1$  des ersteren bewirken mit ihren schiefen Flächen die Hebung der Zähne  $rr_1$  des letzteren bilden mit ihren radialen Flächen die Ruhen.  $S$  und  $S_1$  sind die Hebe- und zugleich Ruhopletten des Ankers. Dieselben sind cylindrisch jedoch am vorderen Ende bis zur Cylinderaxe abgeflacht. An der Cylinderfläche findet die Hebung des Ankers durch die Zähne des Hebungsrades  $U$  statt, an den ebenen Flächen erfolgt die Ruhe durch die Zähne des Ruherades  $R$ .

Das Spiel der Lechappements ist nun folgendes. Fig. 460 stellt dasselbe in dem Momente dar, in welchem das Pendel sich in der Ruhelage befindet und der Zahn  $r$  des Ruherades auf der oberen Fläche der Palette  $S$  aufruht. Schwingt nun das Pendel in der Richtung des Pfeiles nach links aus, so bleibt die Pendelfeder  $ss$  zunächst noch gerade gestreckt und die Schwingung findet anfänglich um die Schneidenaxe  $aa$  des Ankers statt. Der Anker  $A$  wird, weil er durch die Pendelfeder  $ss$  mit dem Pendel in Verbindung steht, diese Schwingung des Pendels soweit mitmachen, bis die Zahnspitze des Ruherades  $r$  von der Rückfläche der Palette  $S$  herabfällt. — Das Pendel hat bis dahin einen Bogen (Hebungsbogen) von etwa  $1^\circ$  zurückgelegt. — In diesem Momente ist die Cylinderfläche der Palette  $S_1$  an den Hebezahn  $k$  des Hebungsrades bis auf den erforderlichen Spielraum herangebracht, die beiden drehen sich in der Pfeilrichtung, bis der Ruhezahn  $r_1$  auf der oberen Fläche der Palette  $S_1$  aufliegt und der Hebezahn  $k$  bewirkt während dieser Drehung die Hebung, d. h. derselbe drängt die Palette  $S_1$  zurück und bewegt dadurch den Anker in der der Pendelschwingung entgegengesetzten Richtung. Durch diese vom Räderwerk bewirkte Drehbewegung des Ankers hat die Pendelfeder  $ss$  eine kleine Biegung um die Schwingungsaxe  $aa$  und damit eine geringe Spannung erfahren, welche dem Pendel den Antrieb ertheilt. Das Pendel folgt jedoch nicht sofort der antreibenden Kraft, sondern vollendet zunächst seine Schwingung nach links, nunmehr um die Biegungsaxe der Pendelfeder schwingend, wobei

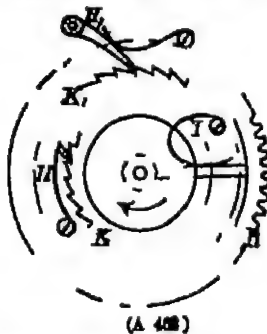
<sup>1)</sup> S. RITZ. Die Präcessionuhren mit vollkommen freiem Lechappement und neuem Queckenberücksommationspendel, sowie die Regulirung und Behandlung derselben. München 1894. XII, pag. 21 ff.

der Anker in Ruhe bleibt. Der betreffende Ergänzungsbogen beträgt bei astronomischen Uhren  $1^\circ$  und bei Turmuhrn  $1\frac{1}{2}$  bis  $1\frac{1}{8}^\circ$  nach jeder Seite hin. Bei der Rückkehr des Pendels wird, nachdem dasselbe die Ruhelage nach rechts überschritten hat, der inzwischen auf  $S_1$  aufgesetzte Zahn  $\nu_1$  frei und eine neue Hebung findet auf der andern Seite durch den Zahn  $\lambda_1$  statt.

Ueber einige Theile der Rieflerschen Uhr sei dann noch bemerkt, dass die conische Schraube  $v_1$  zur Einstellung der Weite des Ankers, die Schrauben  $\nu$  die Tiefe des Ankereingriffs in die Gänge der Räder lassen, dass die Schrauben  $v_1, v_2$  dazu dienen, die Biegungsaxe der Pendelfeder  $\nu$  mit der Schneidenaxe in verticaler und horizontaler Richtung zusammenfallen zu lassen. Die Compensation des Pendels dieser Uhr ist bereits oben beschrieben worden.

**Der Antrieb.** Die treibende Kraft welche das Pendel in dauernder Bewegung halt, ist entweder die in kinetische umgesetzte potentielle Energie eines gehobenen Gewichtes oder einer gespannten Feder, oder die Kraft, mit der ein erregter Elektromagnet seinen Anker anzieht. Die letztere kann man zur Hebung des Gewichtes oder zur Spannung der Feder benutzen oder ohne weiteres auf das Pendel einwirken lassen.

1) Auf mechanischem Wege gehobenes Gewicht oder gespannte Feder. Die Aufziehvorrichtungen, das die Liebkraft liefernde Gewicht muss von Zeit zu Zeit wieder gehoben, die ebenso wirkende Feder gespannt werden, wenn die Uhr im Gange bleiben soll, die Uhr muss aufgezogen werden. Sie bedarf dazu einer Vorrichtung, welche sich nach einer Seite leicht in Bewegung setzen lässt nach der andern nur langsam ihre Wirkung entfaltet. Zugleich aber darf das Aufziehen die Wirkung von Gewicht oder Feder nicht unterbrechen. Den zu diesem Zwecke von HUYGENS ersonnenen Mechanismus



haben wir bereits kennen gelernt. Wenn er seinen Zweck auch gut erfüllt, so überlässt ihn die Gegen-sperre HARRISON's dazu, dass sie auch für Federn gebraucht werden kann, und ist deshalb jetzt mehr in Verwendung. Diese Einrichtung lässt sich auch so anordnen. Sie besteht aus den beiden Klinkrädern  $A$  und  $A_1$ , deren Zähne einander entgegengerichtet sind und welche lose auf der Welle der Gewichtswalze sitzen. In derselben Weise bewegt sich das Liebrad auf der nämlichen Welle. In die Verzahnungen der Klinkräder  $K$  und  $K_1$  greifen die Klinken  $H$  und  $H_1$ , von

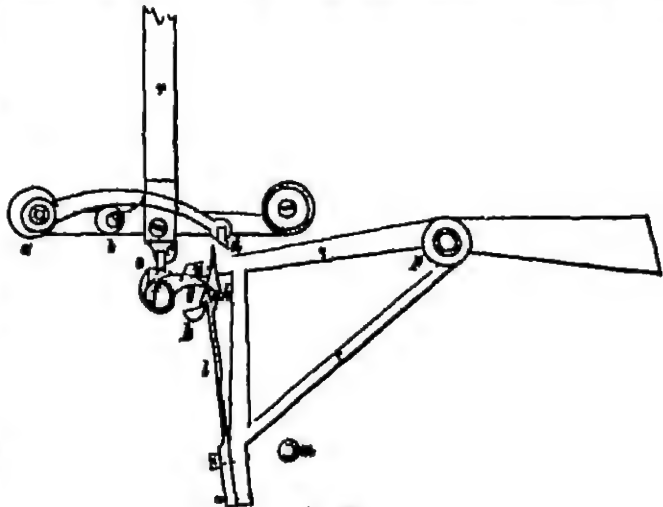
denen die erste auf  $K_1$ , die zweite am Uhrgestelle befestigt ist. Ebenso ist die Feder  $F$ , die gegen einen Vorsprung am Liebrad drückt, auf  $K_1$  angeschraubt. Anstatt einer einzigen solchen Feder kann man auch mehrere auf  $K_1$  symmetrisch vertheilt ihre Wirkung ausüben lassen. Das gehobene Gewicht oder die gespannte Feder suchen nun  $K$  im Sinne des Pfeiles zu drehen. Den von ihnen ausgeübten Zug überträgt  $H$  auf  $K_1$ , dieses durch Vermittelung von  $F$  auf  $K$ , während  $H_1$  der Bewegung kein Hinderniss entgegensetzt. Wird auf ein auf der Axe von  $K$  angebrachtes (nicht gezeichnetes) <sup>1</sup> erkant der Uhrschlüssel oder eine Kurbel aufgesetzt und damit  $K$  im entgegengesetzten Sinne gedreht, so gleitet nunmehr  $H$  auf den Zähnen von  $K$ , während  $K_1$  durch  $H_1$  festgehalten wird. Die Spannung der Feder  $F$  wirkt während der kurzen Zeit, die das Aufziehen in Anspruch nimmt, anstatt der ausser Wirksamkeit gesetzten Liebkraft auf die Uhr und verhindert ihr Stehenbleiben.

Aufziehvorrichtungen mittelst eines Wassermotors, dessen Sperrschraube zur geeigneten Zeit selbstthätig geöffnet wird, wie sie sich MAYRHOFER<sup>1)</sup> hat patentiren lassen, kommen bei astronomischen Uhren schwerlich in Betracht. Ebenso wenig dürfte die beim Öffnen und Schliessen der Thür des Uhrkastens sich befindende Aufziehvorrichtung die SCHNIBERGER<sup>2)</sup> eichticht hat, in Anwendung genommen werden, da die dazu sich als nothwendig erweisende Complication des Aufziehmechanismus schwerlich im Verhältnisse zu dem erreichten Zuwachs an Bequemlichkeit stehen dürfte.

2) Antrieb durch ein mit Hilfe von Electricität gehobenes Gewicht. Ein solcher wird benutzt bei der Pendeluhr des Stockholmer Sternwarte, welche 1877 nach der Idee des 1875 verstorbenen LILJÖRTH ausgeführt worden ist. Die Erhebekraft liefert ein in einem Seidenschächtchen befestigtes kleines Gewicht von 4 g, welches der Elektromagnet jede Secunde einmal hebt. Wieder niederfallend ersetzt es dem Pendel die verlorene lebendige Kraft, und so bedarf die Uhr

keines Steigrades. Fig. 468 führt in natürlicher Grösse den diesen Zweck verwirklichenden Mechanismus vor.<sup>3)</sup>

Das Pendel selbst ist nicht dargestellt, wohl aber der Pendelführer, welcher in dem Sterne *c* endigt. Er trägt ein Querstück, in welchem die Axe des bogenförmigen Hebels *ad* gelagert ist. An seinem Ende mit



dem Stiele *d* versehen, wird es durch die Stütze *b* in passender Höhe gehalten. Während nun das Pendel sich von links nach rechts bis zu der in der Figur dargestellten Ruhelage bewegt hat, ist der Stiel *d* an der über *k* befindlichen Stütze hingeglitten, ohne dass eine Aenderung in der Lage der Theile des Mechanismus eingeleitet wäre. Schwingt aber das Pendel wieder nach rechts, so stösst der Stiel *d* gegen die Spitze über *k* und drängt diese zur Seite, dabei den nussartigen Vorsprung *g* der Axe *f* die Stütze *k* entziehend. Um *f* ist das das Gewicht tragende Seidenschächtchen gewunden und dieses dreht nun *f* im Sinne des Uhrzigers, wobei der Vorsprung *e* gegen *c* stossend dem Pendelführer *r* seinen Antrieb ertheilt. Zugleich ist der links an *l* befindliche Rahmen seiner Stütze *k* beraubt, und dadurch fällt der um die Axe *p* drehbare Rahmen *ss* so weit herab, bis der feste Stiel *l* seine Bewegung hemmt. Sobald diese Lageänderung eingetreten ist, schliesst ein auf *f* angestrichelter Contact den Strom, der nun durch Vermittlung eines Elektromagneten *ss* wieder an seine führende

<sup>1)</sup> Deutsches Reichspatent No 47731 vom 12 Aug. 1888

<sup>2)</sup> Deutsches Reichspatent No 51522 vom 25 Juli 1889

<sup>3)</sup> LINDHACH M., Zeitschr. für Instrumentenkunde 1881 I, pag 117

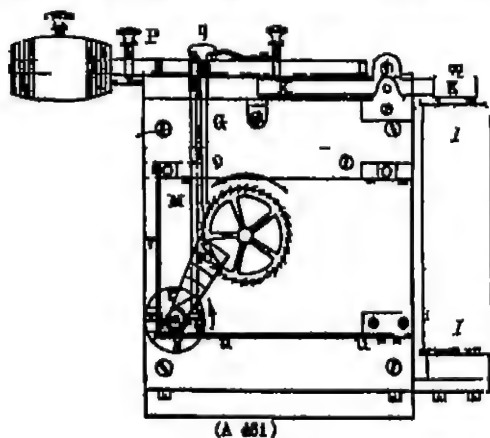
Stelle hebt, sodass das Spiel von Neuem beginnen kann. Der Stift *a* sorgt dafür, dass der Haken der Feder *f* immer gleich weit über die Stütze *g* greift.

Da der beschriebene Vorgang immer nur dann abläuft, wenn das Pendel *h* nach rechts schwingt, in jeder Secunde über einmal eintreffen soll, so muss das Pendel, was freilich nicht vorthellhaft ist, ein Halbscundenpendel sein. Die Uhr ist unter einer Glasglocke auf einem besonderen Pfeiler in einem ver schlossenen Kellergewölbe der Stockholmer Steinwaage, in dem die Temperatur sich nur wenig ändert, aufgestellt, der durch das Pendel in jeder Secunde geschlossene Strom wird um einen im Beobachtungsräume befindlichen Elektro magneten geführt, dessen Anker die vor dem Zifferblatt einer Uhr sich be wegenden Zeiger in Bewegung setzt.

Bei der auf dem nämlichen Princip beruhenden Uhr von GIBEL in Wülzburg<sup>1)</sup> trägt die Pendelstange auf der einen Seite einen nasenartigen Fortsatz, der, wenn das Pendel so schwingt, dass es vorwärts bewegt wird, am Ende seiner Elongation angekommen, einen federnden Haken zurückdrückt und dadurch ein am einen Ende eines zweiarmligen Hebels befestigtes Gewicht frei gibt. Dieses sinkt nun herab und drückt dabei ein leicht drehbares Rädchen auf dem leicht gekrümmten oberen Teil des nasenartigen Fortsatzes. Indem das Rädchen darüber hinrollt, theilt es dem nunmehr rückwärts schwingenden Pendel den gewünschten Antrieb, während ein im andern Arme des Hebels angebrachtes verschiebbares Gewicht, das mit gehoben werden muss, die Stärke des ausgeübten Antriebes regelt. Ist das Pendel, rückwärts schwingend, am andern äussersten Punkt seiner Elongation angelangt, so kommt der es mit der Pendelfeder verbindende Stift mit einer Contactfeder in Berührung und schliesst dadurch den Strom einer Batterie, in den die Pendelfeder, die Contactfeder und ein Elektromagnet eingeschaltet sind. Den Anker dieses Elektromagneten bildet das Gewicht, welches herabfallend dem Pendel seinen Antrieb theilt, er hebt es und ein in ihm befindlicher Stift schnappt in den federnden Haken ein, der es so lange hält, bis es das wieder vorwärts schwingende Pendel abermals freisetzt, das beim Beginn dieser Schwingungsrückung den Contact wieder unterbrochen hatte. Der schwache Punkt dieser Einrichtung dürfte der Contact sein, für dessen Reinhaltung keine Vorsoige getroffen ist.

Im Gegensatz zu den vorgestellten Constructionen dient das mit Hilfe eines Elektromagneten gehobene Gewicht bei den Anordnungen von SCHWIZER und WIMBAUER dazu, eine Feder zu spannen und sie so zu befehlen, immer mit der nämlichen Kraft auf das Pendel, es anhebend, zu wirken.

SCHWIZER<sup>2)</sup> führte sein Uhrwerk zuerst auf der Pariser Ausstellung vom Jahre 1881 vor. Den elektrischen Theil seiner Uhr zeigt Fig. 464. Die für die Figur nicht sichtbare zu spannende flache Stahlfeder sitzt mit dem einen Ende



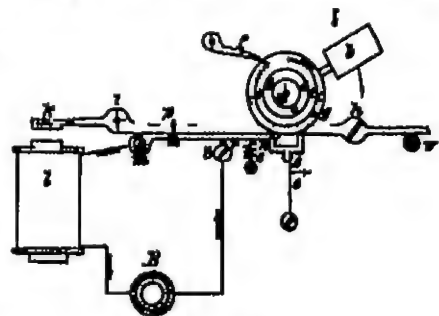
von Jahre 1881 vor. Den elektrischen Theil seiner Uhr zeigt Fig. 464. Die für die Figur nicht sichtbare zu spannende flache Stahlfeder sitzt mit dem einen Ende

<sup>1)</sup> TOWER, Die elektrischen Uhren. Wien 1883 pag. 85

<sup>2)</sup> Journal Telegraphique 1882, pag. 167, vgl. TOWER & Co., pag. 87

auf der Hauptaxe des Uhrwerkes fest, mit dem anderen drückt sie gegen einen Stift, welcher auf der Stirnfläche eines mit dem in der Mitte der Figur sichtbaren Speirad auf derselben Axe befindlichen Rades angebracht ist. Wird nun das Rad gegen welches sich die Feder stützt, in bestimmten Zwischenräumen gegen ihn hin bewegt, so wird ihr die durch Drehung der Axe des Uhrwerkes verlorene Spannung wieder eingeht. Das besorgt der in der Figur dargestellte Mechanismus. In das Speirad greift der Arm *G*, dessen hakenförmiges Ende vor einem seiner Zähne liegt. Auf *G* wirkt das Gewicht *P*, das am Ende des zweiarmligen Hebels *LL* befestigt ist und sucht das Speirad in der Pfeilrichtung zu drehen. Ist das Gewicht aber bis in eine bestimmte Lage herabgegangen, so hört seine Wirkungsfähigkeit auf und es erhält sie erst durch eine oimonte Hebung wieder. Um diese zu bewerkstelligen ist neben *G* eine zweite Stange *M* an den Hebel *LL* eingelenkt, welche mit einem Kurbelarm der um die Axe *n* drehbaren Scheibe *N* verbunden ist. Beim Herabsinken des Gewichtes zieht sich die Scheibe *N* im Sinne des Uhrzeigers. Dabei bewegt sich der ebenfalls an *N* befestigte Stift *t* nach rechts und lässt die gegen ihn anliegende Contactfeder *V* los, die er so weit nach links gedrängt hatte, dass ihr unteres Ende vor dem Ende der zweiten Feder *n* lag. So lange nun aber die auch an *N* befestigte Schraube *S* nicht *n* herabdrückt, kann sich *V* nicht nach rechts bewegen und den Contact *v* nicht schließen. Erst dies endlich bei fortgesetzter Drehung von *N* ein, so zieht der nunmehr durch den Strom erregte Elektromagnet *J* den im kurzen Ende von *LL* sitzenden Anker *K* an und hebt mit dem Gewicht die Stangen *M* und *G*. Dadurch wird die Scheibe *N* im Sinne des Pfeiles gedreht, *t* drückt die Contactfeder *V* so weit zur Seite, dass *n* der Schraube *s* folgen kann und nachdem der Contact unterbrochen worden ist, der frühere Zustand wieder hergestellt wird. Während das Gewicht gehoben wird, gleitet der Arm *G* über einige Zähne des Rades, in welche er eingreift, hinweg, und strebt nunmehr, es wieder in der Pfeilrichtung zu drehen. Der mit *N* verbundene Stift *g* ist während der Drehung der Scheibe *N* von dem auf der Axe des von *G* gehemmten Rades sitzenden in Fig. 164 nicht baron Speirades abgehoben gewesen, er legt sich nach Unterbrechung des Stromes wieder hinom und verhindert so, dass das die Feder spannende Rad sich in dem der Pfeilrichtung entgegen gesetzten Sinne drehen kann.

Die Uhr von WINBAUR<sup>1)</sup> wurde 1883 durch die Wiener elektrische Ausstellung bekannt. Fig. 165 zeigt die Anordnung der für uns in Betracht kommenden Theile. Die das Pendel in Bewegung haltende Spiralfeder aus Stahl liegt in dem Gehäuse *d*, mit dem ihr eines Ende fest verbunden ist, während ihr anderes an die Stoigradaxe *a* angreift. Ebenso bilden Gehäuse und Zahnrad *e* ein Stück, welches wie das Gewicht *b* tragende Scheibe *c* lose auf der Axe *a* aufsteht. Da die am Gestell befestigte Klinke *f* das Zurückgehen des Rades unmöglich macht, so würde die Feder während des Ganges der Uhr ihre



(1. 165)

<sup>1)</sup> KIRM Bericht über die internationale elektrische Ausstellung in Wien 1883. Wien 1885, pag. 315

Spannung langsam verlieren, wenn nicht das herabsinkende Gewicht, welches durch Vermittlung der auf der Scheibe *c* gelagerten Klinke des Gehäuses im Sinne des Pfeiles zu drehen sucht, für ihre Lineareitung sorgt. Das würde aber aufhören, wenn das Gewicht an seinem tiefsten Punkt angekommen, dort verharren. Es jedes Mal wieder emporzuheben, ist die Aufgabe des elektrischen Stromes.

Ist das Gewicht nach *A* gekommen, so hat der Stift *g* das gabelförmige Ende der Feder *e* zur Seite gedrückt, dieses lässt den Stift *n* los, der Hebel *mn* sinkt, den Contact *r* schliessend, herab und da der Kopf der Schraube *p* etwas aus *mn* nach unten hervorragt, so hat der bei *c* gelagerte Hebel  $\frac{1}{2}$  seine Lage nicht geändert, thut dies aber nun, nachdem der Elektromagnet erregt worden ist. Sein längerer Arm schnellt empor und schleudert das Gewicht *b* in die Höhe, nimmt dabei durch Vermittlung von *p* auch *mn* mit und unterbricht so den Strom. Zugleich geht die Feder *e* zurück und alles ist wieder in der früheren Verfassung. Der Stromschluss erfolgt alle 5 bis 7 Minuten. Wie bei der Uhr von SCHWEIZER treibt die Feder während der kurzen Zeit, in der sie sich selbst überlassen ist, die Uhr allem weiter. Wenn auch für beide Uhren der Strom von 1 bis 2 LECLANCHÉ Elementen genügt, so empfiehlt sich doch die Anwendung von grösseren, die man besser aber nicht im Sockel der Uhr unterbringt, wie dies vielfach empfohlen worden ist.

Bei der elektrischen Uhr von MENGLER<sup>1)</sup> wirken zwei hufeisenförmige Elektromagneten auf einen ebenso gestalteten, welcher mit dem Pendel hin und her schwingt, bei der von GRAU<sup>2)</sup> schliessen die Pendelschwingungen in jeder Secunde einen einen Elektromagneten bethätigenden Strom, welcher Elektromagnet dann das Gangwerk treibt. Dieses hebt dabei ein Gewicht, welches frei wieder herabfallend, dem Pendel einen Antrieb erteilt.

Die Uhren, bei denen der Strom durch Vermittlung von Elektromagneten, aber ohne Mitwirkung von Gewichten eine Feder spannt, die dann wiederum auf das Pendel antreibend wirkt, werden astronomischen Zwecken schwerlich genügen können. Wir beschränken uns darauf, um ihrer ebenso einfachen, wie eigenartigen Contactvorrichtung aus ihrer Zahl die Uhr von NATORF<sup>3)</sup> hervorzuheben. Bei ihr erfolgt bei jeder Umdrehung des Steigrades drei Mal der Stromschluss, indem eine Contactfeder, die an einer Stange sitzt, während kurzer Zeit durch das Gewicht der Stange gegen eine zweite Stange gedrückt, sogleich aber auch wieder von ihr entfernt wird. Um dies zu ermöglichen, endigen die Stangen in Haken, welche nebeneinander auf dem Umfang eines mit drei Zähnen versehenen Rades aufliegen. Indem nun die die Contactfeder tragende obere Stange etwas kürzer ist, wie die untere, fällt sie etwas früher herab als diese, und schliesst so den Contact so lange, bis bei weiterer Umdrehung des Steigrades nach ganz kurzer Zeit auch der längere Hebel herabfällt und den Strom wieder unterbricht.

8) Antrieb durch Elektromagneten. Von den Uhren, bei denen das Pendel durch Stromschluss zu verstärkten Schwingungen angetrieben wird, hat die von MARTELL HIPP<sup>4)</sup> in Neuchâtel wohl die häufigste Verwendung gefunden.

<sup>1)</sup> Deutsches Reichspatent No 19834. Vergl. MERLING, Die elektrischen Uhren Braunschweig 1886 pag 103.

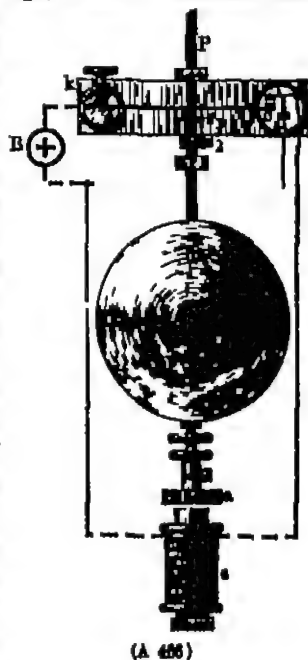
<sup>2)</sup> TESSIER, a. a. O., pag 101.

<sup>3)</sup> KLEIN a. a. O., pag 318.

<sup>4)</sup> MOHLER a. a. O. pag 70. KLEIN a. a. O. pag 323, MERLING, a. a. O., pag 84.



Aber ihr Verfertiger hat auch keine Mühe gescheut, sie auf den möglichsten Grad von Vollkommenheit zu bringen und vor allen Dingen für einen dauerhaften Contact zu sorgen. Das Pendel und seine Antriebsvorrichtung zeigen Fig. 466.  $Z$  ist der Pendelkörper,  $P$  die Pendelstange, unter  $Z$  befindet sich der Elektromagnet  $e$ , über  $Z$  der Contact  $S_1 S_2$ . Der Anker  $a$  ist mit der Pendelstange vereinigt und schwingt über den Polen des Elektromagneten, der erregt das Pendel zu rascherem Schwingen anreibt. Den Stromschluss bewirkt die an der Pendelstange befindliche mit feiner Riefelung versehene Plättchen  $s_2$ , und die schnittenförmige Stahlstäbchen  $s_1$ , welches in der Stahlfeder  $f$  um einen feinen Zapfen drehbar aufgehängt ist. Während der Schwingungen des Pendels gleitet die Platte  $s_2$  über die Riefeln von  $s_1$  hin, kann aber nur dann einen Stromschluss geben, wenn sie sich im Augenblick der Umkehr des Pendels darüber befindet. Sind die Flangationen so klein geworden, dass dieser Fall eintritt, so stemmt sie sich gegen die Riefeln und drückt dadurch  $f$  etwas in die Höhe.  $f$  verlässt in Folge davon seinen Ruhestift  $r$  und sein Ende  $e$  kommt mit der Feder  $c_1$  den Strom schliessend in Berührung, der Elektromagnet wird erregt und wirkt antriebsend auf das Pendel ein. Wäre nun aber der Elektromagnet noch eingeschaltet in dem Augenblick, in dem der Strom unterbrochen wird, so würde ein starker, schädlicher Öffnungsfunkens entstehen. Um dies unmöglich zu machen, legt sich, während die Contactstücke  $e$  und  $c_1$  noch in Berührung sind, die den letzteren tragende Feder auf den Contactstift  $s_1$ , und schaltet so einen Drah parallel dem Elektromagneten ein. Durch diesen fließt also der Strom, während sich  $e$  und  $c_1$  trennen und das Auftreten eines Öffnungsfunkens ist vermieden.



(A 466)

Die vorgeschriebene Einrichtung wird meistens in Verbindung mit dem Halbsundenpendel verwendet, doch hat man auch ein Sekundenpendel für astronomische Uhren angegeben, welches durch den nämlichen Mechanismus in Bewegung gehalten werden kann<sup>1)</sup>. Das Pendel ist in einem Glasgehäuse an gebracht, welches luftleer gemacht werden kann. Es besteht aus zwei Stahlstangen, welche eine Platte mit compensierendem Quecksilbergefäß tragen. In ihrer Mitte befindet sich der Anker, welcher zwischen den Polen des horizontal gelagerten hufeisenförmigen Elektromagneten schwingt. Er bildet zugleich eine Vorsteifung der Stahlstangen. Weiter darüber tragen diese einen zweiten Stab, auf welchem die ihre Spitze nach oben richtende Platte gelagert ist. An seinem oberen Ende trägt das Pendel eine Contactvorrichtung, welche bei jeder Schwingung den Strom einer besonderen Batterie in ein Leuchtwerk sendet.

Das Hipp'sche Pendel hat HOMICH<sup>2)</sup> mit ganz geringen Aenderungen beibehalten, während LASSANCE<sup>3)</sup> das Pendel durch die Anziehung des Elektromagneten auf der absteigenden Hälfte seiner Bahn beschleunigen lässt. Um

<sup>1)</sup> HOMICH, a. a. O., pag. 75

<sup>2)</sup> KIRCH, a. a. O., pag. 327

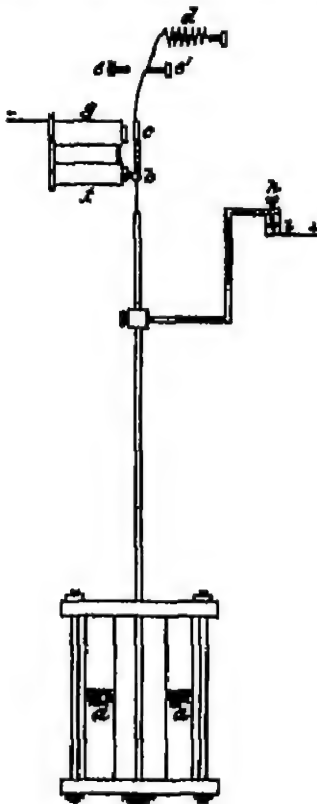
<sup>3)</sup> MEHLING, a. a. O., pag. 3



dies zu erreichen, lässt er den aus weichem Eisen bestehenden Pendelkörper über einem Elektromagneten schwingen. Während das Pendel nach oben schwingt, ist der Elektromagnet nicht erregt, wird dies aber, sobald das Pendel seine höchste Lage erreicht hat, indem nun eine um Pendelkörper und eine zweite um der Pendelstange angebrachte Contactfeder den Strom schliessen. Der erregte Magnet zieht dann zugleich einen unter dem Pendelkörper gelegenen Relaisanker an, der den Strom geschlossen hält, bis das Pendel seine tiefste Lage erreicht hat. Der thätig bleibende Elektromagnet wirkt dessen Bewegung beschleunigend, auf den Pendelkörper. In dessen tiefster Lage streift über eine unter ihm angebrachte dritte Contactfeder eine Metallplatte auf dem Relaisanker und schliesst dadurch einen Strom von geringem Widerstand, in dessen Nebenschluss nun der Elektromagnet zu liegen kommt. Der so sehr geschwächte Strom reicht dann nicht mehr hin, den Elektromagnet zu bethätigen, die Relaisfeder reissst den Anker ab und der Elektromagnet wird stromlos. Das bleibt er, bis das Pendel in seine höchste Lage auf der anderen Seite kommt und den Strom wieder schliesst, wobei sich die geschilderten Vorgänge auf dieser Seite wiederholen. So wohl durchdacht und ausgeführt auch LASSANCE's Mechanismus ist, die Schwierigkeit, so viele Contacte sauber zu halten, wird seine Anwendung in den meisten Fällen unmöglich machen.

Im Gegensatz zu den bisher besprochenen Anordnungen bringen die nun noch vorzuführenden den Elektromagneten nicht unter, sondern seitwärts vom Pendel an. Die von JOLY<sup>1)</sup> geoffene zeigt Fig. 167 *aa* sind zwei den Pendelkörper bildende Quecksilbergefässe, *fg* ist der Elektromagnet. Das Pendel ist in gewöhnlicher Weise bei *b* an einer Stahlfeder aufgehängt, bei *bc* oberhalb *b*, trägt diese den Anker des Elektromagneten, setzt sich aber dann nach oben fort, wo die Schrauben *e*, *e'* ihre Bewegung begrenzen, während die Feder *d* ihr oberstes Ende fortwährend nach rechts zieht. Schwingt nun das Pendel nach links, so taucht die verstellbare Spitze *k* in das Quecksilbergefäss *e*, schliesst dadurch den Strom und veranlasst den Elektromagnet seinen Anker ebenfalls nach links zu ziehen. Dadurch wird über dem Pendel ein Antrieb nach rechts erteilt, der es im Gange erhält. Nach Unterbrechung des Contactes, der auf die Dauer indessen kaum brauchbar zu erhalten sein dürfte, reissst die Feder den Anker wieder ab.

LORS<sup>2)</sup> erreicht den Stromschluss dadurch, dass er einen Stift auf einer vom Pendel unmittelbar in Drehung versetzten Scheibe bei jeder Umdrehung eine Feder stossen lässt. Der Elektromagnet zieht dann seinen Anker an und spannt dabei eine Spiralfeder. Wird der Strom wieder unterbrochen, so schnellt



(A 487)

drehung eine Feder stossen lässt. Der Elektromagnet zieht dann seinen Anker an und spannt dabei eine Spiralfeder. Wird der Strom wieder unterbrochen, so schnellt

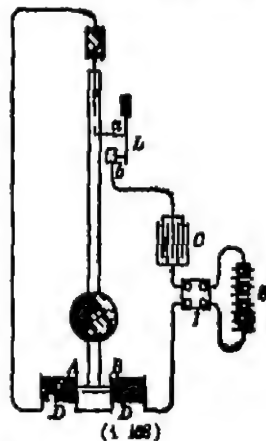
<sup>1)</sup> KLEIN & O pag. 329

<sup>2)</sup> Deutsches Reichspatent, No. 22325

durch die Wirkung der Feder der Anker in seine Lage zurück und ertheilt dabei dem Pendel durch Vermittelung eines passend angebrachten Ansatzes einen Stoß.

In ähnlicher Weise suchen SCHNITZER<sup>1)</sup> und HIRSHIZKY<sup>2)</sup> dem Pendel die verlorene lebendige Kraft zu ersetzen, indem sie dafür sorgen, dass eine mit dem Anker eines Elektromagneten verbundene Stange dem Pendel einen Antrieb giebt, wenn es in einer seiner äussersten Lagen sich befindet und sich anschickt umzukehren. Eine solchen Anordnung gegenüber aber betont LIPPMANN<sup>3)</sup>, dass sie aus theoretischen Gründen verwerflich sei. Es muss vielmehr erreicht werden,

dass das Pendel den neuen Antrieb beim Durchgang durch seine tiefste Lage erhält. Seine Anordnung zeigt Fig. 488. Das Pendel liegt in seinem unteren Ende den permanenten Magneten *AB*, dessen Pole in die Spulen *D* und *D'* hereinragen, je nach der Lage des Pendels abwechselnd mehr in die eine oder in die andere. Der Strom der Batterie *S* geht bei deren Schluss um die Spulen durch den Contact bei *L*. Die Feder *L* liegt, solange sie nicht gewaltsam davon weggedrängt wird, an dem Stift *b* an. Erreicht das Pendel seine tiefste Lage, so trifft die mit ihm schwingende Contactspitze *a* auf *L* und stellt im Augenblick der Berührung den Stromschluss her, drängt aber dann sogleich die Feder von *a* weg und unterbricht somit sogleich wieder den Strom. Ebenso erfolgt beim Rückgang des Pendels beim Wiederauflagen der Feder auf *b* ein momentaner Stromschluss. Die so erzeugten Spulen ertheilen somit dem Pendel den Antrieb jedesmal in der günstigsten Lage. Die Einrichtung würde nun den Nachtheil einer starken Funkenbildung haben, wenn nicht ein einfaches Mittel solche völlig unmöglich machte. Dieses besteht in dem Condensator *C*, welcher abwechselnd innerhalb einer Secunde von *S* aus mittelst des Umschalters *J* positiv und negativ geladen wird. Es ist also statische Elektrizität, welche sich ausgleicht, die Geschwindigkeit aber, mit der dies geschieht, ist so gross, dass der Ausgleich längst erfolgt ist, wenn die Unterbrechung stattfindet.



Nicht sehr zweckmässig dürfen die Anordnungen sein, welche die durch den Strom zu magnetischen Wirkungen befähigten Theile am Pendel selbst anbringen. Bei der Uhr von BAIN<sup>4)</sup> und JONES<sup>5)</sup> sind dies Spulen ohne Eisenkerne, welche zwischen den Polen zweier Magnete oder in ihren äussersten Lagen über einem Magneten hinschwingen und im günstigsten Augenblick mit einem so gerichteten Strome versehen werden, dass das Pendel dadurch einen Antrieb erhält.

Ganz eigenartig ist die Konstruktion von KOGER<sup>6)</sup>. Es giebt dem Pendel Körper die Form eines Ringes, in dessen Innern sich zu beiden Seiten zwei stabförmige Elektromagneten und ein permanenter Magnet von derselben Form

<sup>1)</sup> Deutsches Reichspatent, No 43108. Vergl. Zeitschr. f. Instrumentenkunde 1888 VIII pag 335.

<sup>2)</sup> Deutsches Reichspatent, No 25123. Vergl. Zeitschr. f. Instrumentenkunde 1884 IV, pag 182.

<sup>3)</sup> Comptes rendus 1896 Bd 122, pag 101.

<sup>4)</sup> MEALING, a. a. O., pag 54.

<sup>5)</sup> MEALING, a. a. O., pag 37.

<sup>6)</sup> KIRBY, a. a. O., pag 330.

befinden. Letzterer ist in der Verlängerung der Pendelstange um sein unteres Ende drehbar aufgestellt, erstere lagern zu seinen beiden Seiten kurze Zeit nachher nachdem das Pendel seine äusserste Lage erreicht hat, schliesst einer der beiden in der Nähe des Aufhängepunktes angebrachten Contacte den Strom einer Batterie, dadurch werden die Elektromagnete in solcher Weise erregt, dass dem beweglichen Pole des permanenten Magneten in der Richtung der augenblicklichen Pendelbewegung ein gleichnamiger Pol gegenübersteht, während auf der entgegengesetzten ein ungleichnamiger ruft. Der obere Theil des Magneten weicht demnach plötzlich in der Richtung der Bewegung aus der Richtung der Pendelstange ab und bewirkt so eine Verschiebung seines Schwerpunkt in derselben Richtung, die wiederum eine verstärkte Bewegung zur Folge hat. Auf der anderen Seite der Ruhelage erfolgen die nämlichen Wirkungen im umgekehrten Sinne. Durch Hemmringen wird die Bewegung des Magneten eingehalten. Weder die dadurch hervorgerufenen Stösse noch die veränderliche Ströme der Batterie sollen den genauen Gang des Pendels beeinträchtigen.

Nicht nur den Schwerpunkt des Pendelkörpers, sondern das ganze Pendel verschiebt CARPENIER<sup>1)</sup> um ihm den nöthigen Antrieb zu erteilen. Das erreicht er durch eine ganz kleine periodische Verschiebung (um 0,02 mm) des Aufhängepunktes in horizontaler Richtung. Bewirkt wird diese Verschiebung dadurch, dass das Pendel mittelst eines dünnen Stahlplättchens im Anker einer Art von polarisirten Relais aufgehängt ist, welches ihm die gewünschte Bewegung erteilt, wenn es periodischen Stromumkehrungen unterliegt. Da deren Periode mit den Schwingungszeiten des Pendels übereinstimmen muss, so lässt CARPENIER das Pendel selbst den Stromschluss besorgen, vermeidet aber den dabei zu befürchtenden Widerstand, indem er die Wirkung aus der Ferne vor sich gehen lässt. Dazu läuft das Pendel in einem kleinen Magneten aus, der über dem eisernen Commutator hin und herschwingt. Der Commutator kann sich um einen Zapfen in der Pendelstange etwas drehen und hat die Form eines Bogens. An den Pendelschwingungen nimmt er so in beschränktem Masse Theil, aber die Schaukelbewegung, in welche er gerathen reicht hin, um abwechselnd die Contacte zu schliessen. Durch Rückwirkungen der magnetischen Anziehungen auf das Pendel kann keine Störung entstehen, sind diese doch radial zu dem Schwingungsbogen gerichtet und können somit nur auf den festen Aufhängepunkt des Pendels wirken.

4) Das conische Pendel. Auch das rotirende Pendel kann man als Regulator einer Uhr verwenden und es ist möglich, dabei das antreibende Gewicht durch einen Luftstrom, wie ihn eine Gasflamme hervorrufen kann, zu ersetzen<sup>2)</sup>. Seine rasche Bewegung lässt es auch zur Messung der Bruchtheile von Secunden geeignet erscheinen. Immerhin ist seine Anwendung eine so seltene, dass wir uns hier auf seine Erwähnung beschränken dürfen.

§ Die Regulirung und Controlle. Die Regulirung der Uhr hat den Zweck, den Gang der Uhr von äusseren Einflüssen so unabhängig wie möglich zu gestalten. Sie setzt die beschriebenen Compensationsvorrichtungen voraus. Sind dieselben so sorgfältig wie möglich hergestellt und ist die Länge des Pendels durch die dazu vorhandenen Schrauben etc. den Verhältnissen angepasst, so muss der Gang der Uhr, wie wir bereits erwähnten, durch astronomische Zeitbestimmungen geprüft werden. Man bestimmt dazu in etwa fünftägigen Intervallen den Stand

<sup>1)</sup> Compt rend 1887 Bd 104, pag 1785

<sup>2)</sup> RAB, Deutsches Reichspatent No 65348 vom 17 April 1891

und Gang der Uhr zunächst zur Regulirung der Pendellänge bei mittlerer Temperatur, dann zu der der Compensation bei möglichst wechselnden Temperaturen. Beide Götasen müssen nöthigen Falls entsprechend corrigirt werden. Die Pendellänge ändert man durch die dazu vorhandenen Schrauben. Feinere Aenderungen, die auch während des Ganges anzubringen sind, lassen sich erreichen, wenn man in der Aufhängefeder eine verschiebbare Metallklammer anbringt. Die Mittel zur Aenderung der Compensation sind, wie wir sehen, Wegnahme oder Zugabe von Quecksilber oder Verschiebung eines Queckstückes des Rostpendels.

Ist nun aber die Regulirung auch vollständig gelungen, so bleiben doch noch kleine Abweichungen vom regelmäßigen Gange, deren Grund man in dem nicht immer gleich bleibenden Einfluss des Räderwerkes auf die Bewegung des Pendels sucht. Um sie genauer kennen zu lernen, ist es wünschenswerth, ihren Gang fortlaufend zu controlliren. Dazu schlägt BIGOURDAN<sup>1)</sup> vor, ihn mit dem eines sich frei bewegenden Pendels zu vergleichen, welches in einem fast luftleer gemachten, Temperaturänderungen nicht unterworfenen Gehäuse schwingt. Ist einem solchen Pendel eine Amplitude von 60 bis 80 Bogenminuten gegeben, so führt es in einem Raum, in dem ein Barometroidruck von 10 mm herrscht, während 24 Stunden noch gut zu beobachtende Schwingungen aus und BIGOURDAN hält es für möglich, so unter Berücksichtigung des Einflusses der Amplitude die Unregelmäßigkeiten im Gang einer astronomischen Uhr ihrer Grösse nach mit einer Unsicherheit zu bestimmen, die im Laufe des Tages auf höchstens 0,08 Sekunden ansteigen würde. Weiter noch geht MINDEHALL<sup>2)</sup>, indem er als Pendel ein solches benutzen will, wie man es zur Bestimmung der Schwerkraft beschleunigung hergestellt hat, dann aber mehrere, etwa drei solcher Pendel anordnet, die sich gegenseitig controlliren. Sie müssten vor ihrer Benutzung auf einer Sternwarte einige Jahre lang geprüft sein und sollten alle paar Jahre mit Hilfe der Coincidenzmethodc nachgeprüft werden.

E. GERLAND

## Universalinstrument

Für feinere Messungen von Horizontalwinkeln wie dieses in der Geodäsie eine immer wiederkehrende Aufgabe ist, dienen Instrumente, welche dem Wesen nach aus einem grösseren fein getheilten Horizontalkreise bestehen, der mit einem Fernrohr (auf einem oder zwei Ständern montirt) um eine verticale Axe drehbar ist. Solche Instrumente heissen Azimuthal instrumente oder Theodoliten. Deren Ausführung wird aus Fig. 460 ersichtlich. Auf dem Dreifuss  $A_1 A_2 A_3$  erhebt sich in der Mitte eine hohle Säule, welche den Horizontalkreis  $K$  trägt. In die Bohrung der Säule passt die cylindrische (oder conische) Verticalaxe, mit welcher die Läger  $T$  verbunden sind. In  $V$  förmigen Läger dieser Läger ruht die horizontale Umdrehungsaxe  $B$  des Fernrohrs  $F$ , auf cylindrischen Zapfen der Drehungsaxe kann das Niveau  $L$  aufgesetzt werden, welches vor dem Horizontalen bei den meisten Instrumenten durch eine dasselbe umfassende Gabel geschützt wird, welche an einem der Läger  $T$  befestigt ist, und die Libelle zwischen ihren Zinken fasst, ohne deren freie Beweglichkeit aufzuheben (vergl. die Fig. 471).

Zur Feststellung und Feinbewegung des Fernrohrs in Höhe dient die Klamme  $k$  und die Feinbewegungsschraube  $f$ .

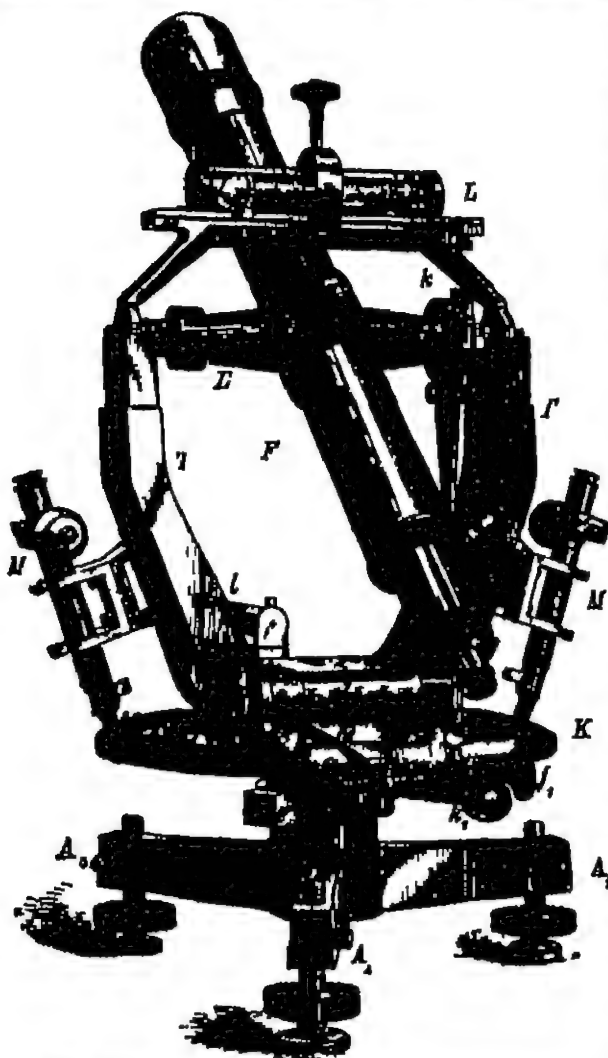
<sup>1)</sup> Compt rend 1896 Bd 122, pag 513

<sup>2)</sup> Americ Journ of Sciences, 1892 III, Bd 43, pag 45. Vergl. Zeitschr für Instrumentenkunde 1892 XII pag 321

An den Trägern  $T$  sind die Mikroskope  $M$  befestigt, und meist zur Ablesung der Grad und Minutenstriche noch ein Nonius (bei den älteren und kleineren Instrumenten waren nur Nonien), welche die Drehung des Leerrohres mitmachen,

und dieselbe am Horizontalkreise abzulesen gestatten. Feststellung und Feinbewegung in horizontaler Richtung wird mittelst der mit dem Obertheil durch die Platte  $p$  verbundenen Klamme  $k$  und Feinbewegungsschraube  $f_1$  bewirkt.

Zur Horizontalstellung des Kreises sind bei dem abgebildeten Instrumente die beiden Libellen  $l$  und  $l_1$  mit den Trägern  $T$  fest verbunden, die eine Libelle ist in der Richtung der Träger  $T$  in gebracht, die zweite senkrecht dazu, zur Correction bringt man die Träger in die Richtung des einen Lusses und corrigirt dann die Stellung des Instrumentes durch die Fußschraube. Die Libellen  $l$  und  $l_1$  sind jedoch nicht nöthig und nicht bei allen Instrumenten vorhanden. Die auf der Axe aufgesetzte, sogen. Avenlibelle  $L$  kann direkt zu diesem Zwecke verwendet werden. Bringt man die Umdrehungsebene des Fernrohres und damit die



Noch Avennors Handbuch der astronomischen Instrumentenkunde (A 469)

Libelle  $L$  in die Richtung der einen Fußschraube  $A_1$  so kann durch entsprechende Drehung der Schraube die (selbstverständlich rectificirte) Libelle zum Einspielen gebracht werden, bringt man dann die Libelle in die Richtung der beiden andern Fußschrauben  $A_2, A_3$ , so kann man durch entgegengesetzte Drehung dieser beiden Schrauben die Horizontalstellung auch in dieser Richtung herbeiführen, ohne die frühere Correction wesentlich zu alteriren. Durch eine zwei bis dreimalige Wiederholung dieses Verfahrens wird man die Kreisebene horizontal erhalten.

Bei Messungen von Horizontalwinkeln hat man die Drehung der Träger  $T$  an dem Horizontalkreise abzulesen, selbstverständlich braucht die Einstellung auf das erste Object nicht die Lesung 0 zu haben, und die Lesungen bei Pon-

tung der beiden Objecte  $I$  und  $L_1$ , so ist der durchlaufene Winkel  $L_1 - L$ . Handelt es sich um die Bestimmung von Azimuthen aus Sternbeobachtungen, so erfordert die Einstellung von Sternen ebenso wie beim Passageninstrument (s. dieses) noch einen mit dem Fernrohr verbundenen Verticalkreis und zugehörige, an den Trägern befestigte Nonien.

Zur Erhöhung der Genauigkeit wurden die Instrumente früher auch so gebraucht, dass die Größe des Winkels durch Vielfachung desselben bestimmt werden konnte. Bei diesen Instrumenten, den Repetitionstheodoliten, ist der Kreis  $K$  nicht direct mit dem Dreifuß verbunden, sondern selbst wieder um dieselbe Axe drehbar, und durch eine Klemme  $I'$  und Leinbewegungsschraube  $f'$  mit der Axe und dem Dreifuß zu verbinden (in der Figur nicht gezeichnet). Verbindet man mittels der Klemme  $I'$  den Kreis  $K$  mit der Axe, so kann man durch Drehung des Obertheiles mit dem Feinrohr die Winkelmessung durch aufeinanderfolgende Pointirung des linken und dann des rechten Objectes wie früher vornehmen. Man liest jedoch nunmehr nicht an den Mikroskopen ab, sondern während durch die Klemme  $I_1$  Fernrohr und Kreis verbunden bleiben, wird die Klemme  $I'$  gelüftet, und das Fernrohr neuerdings auf das links liegende Object gerichtet, wobei also, da die Klemme  $I_1$  nicht gelüftet wurde, die Mikroskope gegen den Kreis eine unveränderte Stellung behalten haben. Hat man dann mittels der Leinbewegungsschraube  $f'$  das Fernrohr  $F$  wieder scharf eingestellt, so wird mittels  $I'$  der Kreis  $K$  an der Axe befestigt und nunmehr nach Lüftung der Klemme  $I_1$  das Fernrohr  $F$  wieder auf das rechtsgelegene Object gerichtet, und mit Hülfe der Klemme  $I_1$  und Leinbewegung  $f_1$  scharf eingestellt. Die Mikroskope  $M$  haben dann an dem Horizontalkreise den Winkel zwischen den beiden Objecten ein zweites Mal durchgemessen. Würde man jetzt ablesen, so erhielte man den doppelten Winkel. Durch abwechselnde Benützung der Klemmen  $I_1$  und  $I'$  kann man dieses Verfahren beliebig oft wiederholen, wobei die Mikroskope  $M$  den Winkel zwischen den beiden Objecten  $n$  mal durchlaufen werden.  $L' - L$  ist dann der  $n$ -fache Winkel, wenn  $L'$  die Lesung nach der letzten Repetition ist.

Das Fernrohr kann bei allen diesen Instrumenten in der Mitte zwischen zwei Stützen (Fig. 460) oder auch seitlich angebracht sein (Fig. 171) oder wie beim Passageninstrument als gebrochenes Fernrohr (Fig. 170), wie sich denn in der Ausführung die mannigfachsten Verschiedenheiten ergeben.

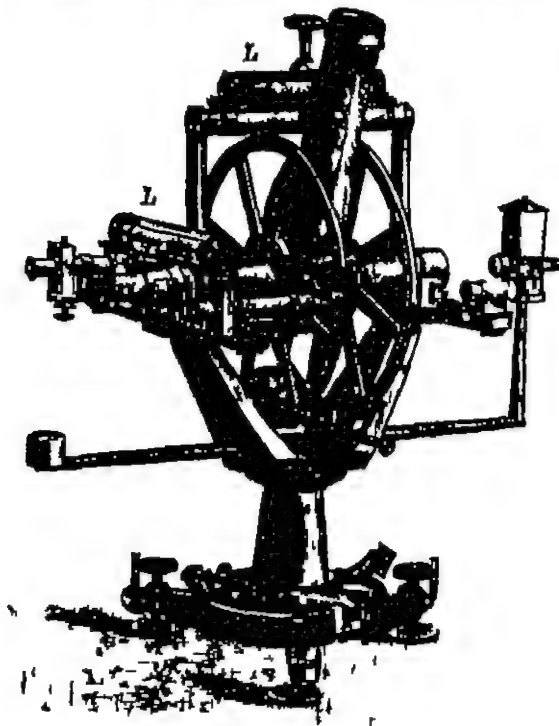
Will man nicht Horizontalwinkel, sondern Höhen messen, so ist der Höhenkreis mit besonderer Sorgfalt ausgeführt, während der Horizontalkreis nur als Aufsuch- oder Einstellkreis dient. Das Instrument wird dann Höheninstrument. Ein solches wird aus Fig. 470 ersichtlich. Das gebrochene Fernrohr mit den beiden Kreisen ist um eine horizontale Axe drehbar. Klemme und Feinbewegung des Fernrohrs (mit den Kreisen gemeinschaftlich) wird in derselben Weise bewerkstelligt wie bei dem vorigen Instrumente. Ebenso die Nivellirung der Axe, die Einstellung am Horizontalkreise, der in diesem Falle nur zum Aufsuchen dient, wird an zwei Nonien mittels Lupen abgelesen.

Die Ablesung am Verticalkreise wird durch 2 Mikroskope bewirkt, welche an einem Arme des Trägers für die horizontale Umdrehungsaxe befestigt sind, da es jedoch hier wesentlich auf eine feste Lage der Mikroskope ankommt, so hat dieser Mikroskopträger kreisrund abgedrehte Zapfen, auf welchen die Libelle  $L'$ , die sogen. Versicherungs- oder Alhidadenlibelle, aufgesetzt wird. Mitunter ist diese Libelle festgeschraubt, wodurch eine sicherere Verbin-



nung hergestellt ist, dafür über eine Umsetzung der Labelle behufs Rectification unmöglich ist

In Fig 470 ist überdies rechts die Lampe zu sehen, welche bei den grösseren



Nach ALTMUTH Handbuch des astronomischen Instrumentenbaus (A. 370)

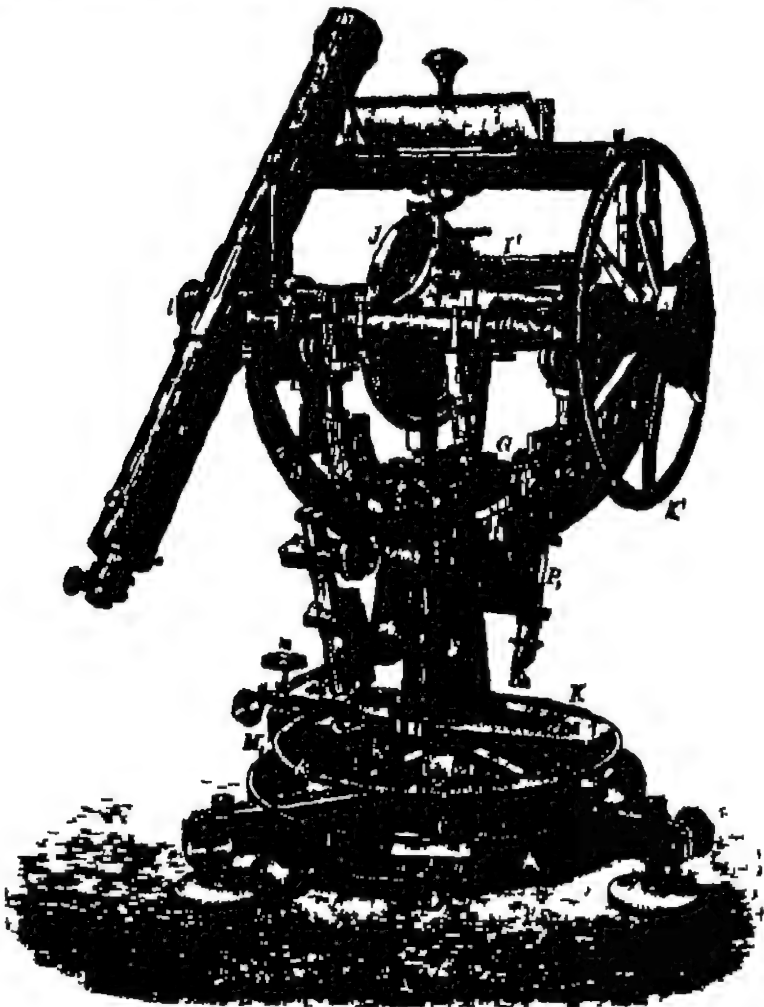
ment, als auch für den Theodoliten mit den entsprechenden Correctionsvorrichtungen montirt sein, um die Mikroskope senkrecht zur Theilung zu stellen, oder sie wenigstens in eine durch die Drehungsaxe des Kreises gehende Ebene zu bringen, da sonst bei den geringsten Veränderungen des Abstandes der Mikroskope von den Theilungen die Bilder der Theilstücke nicht gerade gegen das Fadenkreuz des Mikrometers stehen würden (das Mikroskop gegen andere Punkte des Kreises gerichtet wäre). Selbstverständlich muss auch ein eventueller Fehler des Schrauben-ganges (Lun) zu corrigiren möglich sein u. s. w.

Eine Vereinigung des Azimuthal und Höheninstrumentes, bei welchem daher sowohl der Horizontal als auch der Verticalkreis möglichst genau getheilt sind, wurde früher als Altazimuth (Altitude = Höhe, vergl. auch den betr. Artikel) bezeichnet. RICHENBACH führte für dieselben den jetzt allgemein gebräuchlichen Namen Universalinstrumente ein. Ein solches ist in Fig 471 abgebildet. Das Fernrohr ist hier excentrisch, die Mikroskope sind auf die gegen das Fernrohr hin gerichtete Seite des Kreises eingestellt, während sich auf der äusseren Seite eine Theilung zur rohen Einstellung des Fernrohrs befindet, zur Bewegung des Fernrohrs dienen die Handhaben *L'*. Ueber der Axenlabelle ist ein Spiegel unter  $45^\circ$  angebracht, um die Ablegung der Labelle von der Seite statt von oben vornehmen zu können. Die Klemmung und Feinbewegung um die Verticalaxe ist hier ebenso wie bei den früheren Instrumenten, die Klemmungs- und Feinbewegungsvorrichtung für das Fernrohr sind jedoch hier nicht mit dem Träger *D* verbunden, sondern mit den

Instrumenten dieses Alt stets beigegeben ist, um das Gesichtsfeld und diejenigen Stellen der Kreistheilung, welche unter den Mikroskopen sich befinden zu beleuchten, links befindet sich auf demselben Arme ein Gegengewicht, um das Gewicht der Lampe zu balanciren. Für die Ablegung bei der geschilderten sind ferner die Objectivenden der Mikroskope um die Objective mit schief aufgelegten weissen Papierflächen versehen, welche nur die Ausschnitte für die Objective haben und als reflectierende Flächen zerstreutes Tageslicht auf die Kreistheilungen werfen.

Die Mikroskope müssen selbstverständlich so wohl für das Höheninstru-

innerhalb befindlichen beiden Tiegeln  $Z$ , welche sich oben zwei Säulen aufgesetzt haben, auf welchen die horizontale Umdrehungsaxe auf Frictionsrollen aufliegt (vergl. den Meridiankreis). Das Gewicht der Axe, des Fernrohrs, der Kreise und Mikroskope ruht daher zum größten Theile auf diesen Säulen welche durch Federn (oder bei anderen Instrumenten durch Gegengewichte) jenes Gewicht balanciren, so dass von demselben nur ein geringer Theil auf den



»Nach Auzoux's Handbuch der astronomischen Instrumentenkunde«  
(A. 471)

Zapfenlagen aufricht. Die Träger  $B$  ruhen nun weiter auf einer in einer Bohrung der Verticallaxe hindurchgehenden Säule, welche durch ein Excenter, das mittels der Handhabe  $a$  gedreht werden kann, gehoben wird, so dass hierdurch das ganze Instrument aus den Lagern herausgehoben und umgelegt werden kann.

Behufs Elimination von Theilungsfehlern sind aber die getheilten Kreise nicht fest mit den Axen verbunden, sondern zwischen Planchungen durch starke Reibung auf dieselben aufgesetzt, und daher für gewöhnlich nicht verschiebbar, durch entsprechende Fixirung der Axen und Verschiebung der Kreise können jedoch diese in entgegen die Richtung der Fernrohraxe (Nullpunkte) geänderte Lage gebracht werden.

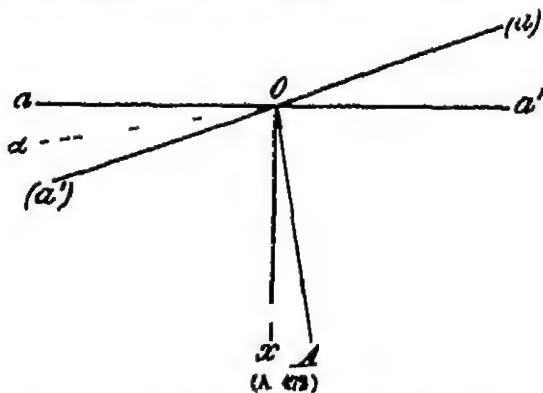


Für geodetische Zwecke hatte die Einrichtung des Universalinstrumentes mit Repetitionskreis unstreitig gewisse Vortheile, da es sowohl zum Zwecke der Azimuth und Höhenbestimmung als auch der Horizontalwinkelmessung, und für letzteren Fall zu Repetitionsbeobachtungen geeignet ist. Man hatte sogar auch bei den Verticalkreisen mitunter dieselbe Einrichtung zur Repetition der Winkelmessung getroffen. Allein dieselben Ursachen, welche zur Einrichtung der Meridankreise, Präzisionsinstrumente u. s. w. führten, das Streben die Genauigkeit der Beobachtungen durch Erhöhung der Stabilität der Instrumente zu sichern, hat in neuerer Zeit dahin geführt, bei den grossen Universalinstrumenten, bei denen die Genauigkeit der Messungen schon durch anderweitige Einrichtungen (feine Kreistheilungen, mikroskopische Ableseungen u. s. w.) erhöht ist, auf die Repetition zu verzichten, und ist dieselbe jetzt fast vollständig verlassen, umso mehr, als an Stelle der Winkelmessung bei den triangulationen die Richtungsmessung getreten ist.

Voraussetzungen für die Benützung des Instrumentes sind

- 1 Die verticale Umdrehungsaxe des Instrumentes soll vertical stehen
- 2 Die horizontale Umdrehungsaxe des Fernrohrs soll auf der verticalen Umdrehungsaxe senkrecht stehen
- 3 Die Collimationslinie des Fernrohrs soll auf der horizontalen Umdrehungsaxe derselben senkrecht sein

Ueber die verticale Stellung der verticalen Umdrehungsaxe wurde vorher gesprochen. Es setzt dies jedoch voraus, dass die Bedingung 2) bereits erfüllt ist. Um dieses zu prüfen wird zunächst die Axenlibelle  $L$  auf die horizontale Umdrehungsaxe des Fernrohrs aufgesetzt, diese in die Richtung einer Fusschraube gebracht, und letztere so lang gedreht, bis die Libelle einspielt. Ist die Libelle rectificirt (sollte dieses nicht der Fall sein so kann dieses durch Umsetzen derselben auf der Axe vorher geschehen, vergl. den Artikel »Niveau«) so



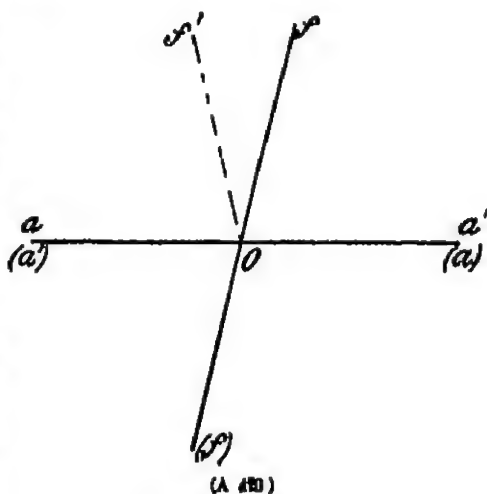
ist jetzt die horizontale Umdrehungsaxe  $aa'$  des Fernrohrs (Fig. 472) horizontal. Dreht man den Obertheil des Instrumentes um  $180^\circ$ , so wird die Libelle nur dann wieder einspielen, wenn die beiden Instrumentenachsen  $aa'$  und  $OA$  (letztere die verticale Umdrehungsaxe) auf einander senkrecht stehen. Ist dieses jedoch nicht der Fall, d. h.  $OA$  nicht senkrecht auf  $aa'$ , so wird nach der Drehung von  $OA$  um  $180^\circ$ , wenn das Axenende  $a'$  an die Stelle  $a$  gekommen ist, die Lage der Fernrohraxe  $(a')$   $(a')$  sein und da Winkel  $a'OA = (a')OA$  ist, so ist  $\angle aO(a') = 2 \angle OA$ .

Die Ausweichung der Libelle kommt daher zur Hälfte auf die Abweichung des Winkels  $a'OA$  vom rechten Winkel, und zur Hälfte auf die nicht verticale Stellung von  $OA$ . Corrigirt man daher jetzt die Hälfte des Ausschlages der Libelle an der Fusschraube des Instrumentes, so kommt  $OA$  in die verticale Richtung  $Ov$  (Correction der Stellung der verticalen Umdrehungsaxe) und  $aa'$  kommt in die Richtung  $Oa$ , so dass  $aOv = (a')OA = a'OA$  ist. Corrigirt man nun die zweite Hälfte der Ausweichung des Niveaus durch Hebung des betreffen-

den Zapfenlagers (zu welchen Zwecken Einrichtungen getroffen sind, ganz ähnlich denjenigen, welche beim Meridankreise und Passageninstrumente ersichtlich sind), so fällt die Richtung der Umdrehungsaxe des Fernrohrs nunmehr in die Richtung  $aa'$ , ist daher senkrecht auf  $OA$ . Eine neuerliche Drehung um  $180^\circ$ , wobei  $a$  und  $a'$  wieder vertauscht werden, dient zur Controlle und etwaigen genaueren Berichtigung, die so oft vorzunehmen ist bis der Fehler sehr klein ist. Zur Berichtigung der Verticalstellung der Axe  $OA$  gehört nun weiter noch die Untersuchung der Verticalstellung in einer auf  $AOA$  senkrechten Ebene, welche in der schon früher erwähnten Weise vorgenommen wird.

Für die Berichtigung des Collimationsfehlers kann man das Instrument durch Fixierung des Horizontalkreises zu einem nur um eine horizontale Umdrehungsaxe drehbaren Passageninstrument machen, daher den Collimationsfehler durch Umlagen der Axe in ihren Lagern (in derselben Weise, wie beim Meridankreis und Passageninstrument) wegschaffen, wobei irgend ein im Horizonte gelegenes Object auf welches das Instrument gerichtet wird, die Stelle der Mure vortritt. Hatte man die Faden des Fernrohrs vorher auf das Object collimirt, und deckt nach dem Umdrehen des Fernrohrs der Faden nicht mehr das Bild des Objectes, so wird der Fehler weggeschafft, indem der Verticalfaden im Fernrohr durch Verschieben der Fadenplatte mit Hilfe der hierzu angebrachten Correctionschrauben um die Hälfte der Ausweichung dem Objecte genähert wird. Durch neuerliche Collimierung und Umlage des Fernrohrs kann man sich von der vollständigen Berichtigung überzeugen, eventuell dieselbe noch genauer erhalten.

Beim Universalinstrument kann jedoch der Collimationsfehler noch in anderer Weise bestimmt werden, bei welcher man die Umlage des Instrumentes vermeiden kann. Die Methode besteht darin, dass das Fernrohr wieder auf ein entferntes, im Horizonte gelegenes Object ( $B$  eine Thürspitze) gerichtet wird, und dann um  $180^\circ$  um seine verticale Umdrehungsaxe gedreht wird, so dass nunmehr die horizontale Drehungsaxe des Fernrohrs in dieselbe Richtung  $aa'$  nur mit Vertauschung der Zapfenenden kommt. Das Objectiv aber kommt dabei in die Lage  $O(f)$  an Stelle der früheren  $Of$  (Fig. 473) und schlägt man dann das Fernrohr durch, d. h. dreht es um die horizontale Drehungsaxe auf das früher collimirte Object, so kommt die Fernrohraxe in die Richtung  $Of'$ , welche sich nur dann mit der früheren deckt, wenn  $Of \perp aa'$  ist. Deckt jedoch nach dem Durchschlagen des Fernrohrs der Kreuzungspunkt der Fäden (Mittelfaden) nicht mehr das Object, so zeigt hier die Abweichung  $fOf'$  ebenfalls den doppelten Betrag des Collimationsfehlers, dieser wird eliminiert, indem man das Fadencreu um die Hälfte der Ausweichung gegen das collimirte Object zu verschiebt.



Da auch hier die Elimination der Instrumentalfehler nicht vollständig vorgenommen werden kann, die übrig bleibenden Fehler aber, bei der mit den



(dessen Azimuth aus seinen sphärischen Coordinaten und der Zeit ermittelt wurde, v. den Artikel »Azimuthbestimmung«) und einem Objecte oder über aus der Lesung im Meridiane, welche wieder durch die Beobachtung des Sternes bestimmt wurde und der Lesung bei Einstellung auf das zu beobachtende irdische Object. Die Drehung des Fernrohrs wird aber hierbei durch die Drehung des Axenendes  $A$  bestimmt, welche jedoch nicht in der Horizontalebene, sondern um die Azimuthalaxe  $CP$  stattfindet, und man hat aus den Lesungen  $L$  die Azimuthe  $A$  abzuleiten.

Sei die Neigung des Horizontalkreises des Instrumentes gegen die Horizontalebene  $I$ , also  $PZ = I$ , oder, wenn der Kreis  $PZ$  verlängert wird,  $mn = I$  und das Azimuth dieses Kreises  $A_0$ , ferner die Neigung der Höhenaxe gegen den Horizont, wie oben  $z$ , d. h.  $ACg = z$ ,  $ZA = 90^\circ - z$  und deren Neigung gegen die Kreisebene  $Ap = i'$  und  $PA = 90^\circ - i'$ . Endlich sei die Lesung im Kreise in der Stellung des Fernrohrs gegen  $O$  hin  $= L$ , und die Lesung, wenn die Axe  $CA$  in die Verticalebene  $Zmn$  fällt,  $= L_0$ , so hat man in dem Dreiecke  $PZA$  die Seiten

$$PZ = I, \quad ZA = 90^\circ - z, \quad PA = 90^\circ - i'$$

und die Winkel

$$ZPA = L - L_0, \quad PZA = 180^\circ - (A - A_0)$$

Demnach

$$\begin{aligned} \cos i \sin (A - A_0) &= \cos i \sin (L - L_0) \\ - \cos i \cos (A - A_0) &= \sin i' \sin I - \cos i' \cos I \cos (L - L_0) \\ \sin i &= \sin i' \cos I + \cos i' \sin I \cos (L - L_0) \end{aligned}$$

Die dritte dieser Gleichungen giebt

$$\begin{aligned} i &= i' + I \cos (L - L_0) \\ i' &= i - I \cos (L - L_0), \end{aligned} \quad (2)$$

und die beiden ersten derselben durch Multiplication mit  $\cos (L - L_0)$  bzw.  $\sin (L - L_0)$  und Addition

$$\cos i \sin [(A - A_0) - (L - L_0)] = \sin i' \sin I \sin (L - L_0) + \cos i' \sin^2 \frac{1}{2} I \sin 2(L - L_0)$$

$(A - A_0) - (L - L_0)$  ist demnach eine GröÙe von der zweiten Ordnung der Neigungen, weshalb man schreiben kann

$$(A - A_0) - (L - L_0) = [i' I \sin (L - L_0) + \frac{1}{2} I^2 \sin 2(L - L_0)] \operatorname{arc} 1'',$$

und wenn man für  $i'$  aus (2) substituirt

$$(A - A_0) - (L - L_0) = [i I \sin (L - L_0) - \frac{1}{2} I^2 \sin 2(L - L_0)] \operatorname{arc} 1''$$

Setzt man voraus, dass  $I$  und  $i$  bis auf wenige Secunden berechnet sind, so wird diese Correction völlig verschwinden, und man kann für die Differenz der Azimuthe direct die Differenz der Lesungen setzen

Die Formeln (1) und (2) gelten zunächst für Kreis links, da in diesem Falle  $A = a + \epsilon - 90^\circ$  ist. Im Kreis rechts, d. h. wenn das Fernrohr gegen  $O'$  gerichtet ist, bleiben wie man sieht, die Formeln (2) dieselben, hingegen wird, wegen  $A = 90^\circ + a + \epsilon$  die Formel (1) aus dem Dreiecke  $O'ZA$ , in welchem

$$O'ZA = (a + \epsilon + 90^\circ) - a = 90^\circ + \epsilon$$

ist

$$\begin{aligned} - \sin \epsilon &= \sin i \cos z - \cos i \sin z \sin \epsilon \\ \sin \epsilon &= \tan i \cotang z + \sin \epsilon \sec i \operatorname{cosec} z \end{aligned} \quad (1)$$

Man erhält hieraus das Azimuth des Punktes  $O$  aus demjenigen  $A$  des Kreises der Höhenaxe nach

$$a = A \pm 90^\circ - \epsilon \left\{ \begin{array}{l} KL \\ KR \end{array} \right.$$

$\epsilon$  ist von der Ordnung von  $s$  und  $s'$ , sind diese Größen klein, was bei ausreichender Rectification des Instrumentes immer angenommen werden kann, so wird man setzen können

$$\epsilon = \mp s \cotang s \mp \epsilon \csc s \left\{ \frac{KL}{KR} \right.$$

und demnach

$$a = A \pm 90^\circ \pm s \cotang s \pm \epsilon \csc s \left\{ \frac{KL}{KR}, \quad (8)$$

wobei die Neigung  $s$  positiv ist, wenn das Kreisende das höhere ist, und der Collimationsfehler  $\epsilon$  positiv, wenn der Winkel, welchen die Collimationslinie des Fernrohrs mit dem Kreisende einschliesst, grösser als  $90^\circ$  ist

Für ein zweites Object dessen Zenithdistanz  $s'$  und dessen Azimuth  $a'$  ist, hat man, wenn das zugehörige Azimuth des Kreisendes  $A'$  ist, und die durch die Libelle bestimmte Neigung des Kreisendes für diese Einstellung  $s'$

$$a' = A' \pm 90^\circ \pm s' \cotang s' \pm \epsilon \csc s' \left\{ \frac{KL}{KR}$$

und in der Differenz  $a - a'$  fällt der Winkel von  $90^\circ$  heraus. Es ist

$$a - a' = A - A' + (\pm s \cotang s \pm \epsilon \csc s) - (\pm s' \cotang s' \pm \epsilon \csc s') \left\{ \frac{KL}{KR} \quad (1)$$

Da nun

$$A - A' = (A - A_0) - (A' - A_0) = (L - L_0) - (L' - L_0) = L - L'$$

gesetzt werden kann, wenn man die Quadrate der Neigungen  $s$  und  $s'$  als verschwindend vernachlässigt, so wird

$$a - a' = L - L' + (\pm s \cotang s \pm \epsilon \csc s) - (\pm s' \cotang s' \pm \epsilon \csc s') \left\{ \frac{KL}{KR} \quad (6)$$

Hat man zur Bestimmung des Collimationsfehlers das Fernrohr in den Lagern umgelegt, so kann man die Grösse des Collimationsfehlers entweder mittels einer Mikrometerschraube bestimmen, deren Schraubenwerth man in Secunden bestimmt, oder aber indem man direkt das Instrument um die verticale Umdrehungsaxe dreht, bis der Verticalfaden wieder das Object deckt. Hat man hierbei eine Drehung von  $\alpha''$  vorgenommen, so wird

$$\epsilon = \frac{1}{2} \alpha \sin s,$$

wenn das zur Bestimmung benützte Object nicht im Horizonte liegt, sondern die Zenithdistanz  $s$  hat

Hat man jedoch zur Bestimmung des Collimationsfehlers nicht umgelegt, sondern das Instrument um  $180^\circ$  gedreht, und das Fernrohr durchgeschlagen, so sind beide Objecte identisch, d. h. es ist  $a = a'$ , ebenso ist  $s = s'$ , hingegen ist die neue Lesung  $180^\circ + L - \alpha$  an Stelle von  $180^\circ + L$  und während früher das Kreisende rechts war, ist es jetzt links, sind daher  $L$  und  $(180^\circ + L - \alpha)$  die Drehungen bei Kreis rechts und bei Kreis links, so wird

$$0 = L - (L - \alpha) + (-s \cotang s - \epsilon \csc s) - (+s' \cotang s + \epsilon \csc s)$$

Hieraus folgt

$$2 \epsilon \csc s + (s + s') \cotang s = \alpha,$$

wobei vorausgesetzt ist, dass in den beiden Stellungen die Neigung des Kreisendes sich geändert hat. Es wird demnach

$$\epsilon = -\frac{s + s'}{2} \cot s + \frac{\alpha}{2} \sin s$$

Ist das Object nahe dem Horizonte, so verschwindet das von den Neigungen  $s$  und  $s'$  abhängige Glied

Ähnlich wie beim Meridiankreise liesse sich aus dieser Formel eine Methode zur Bestimmung des Collimationsfehlers aus Neigungsbestimmungen bei Nadir

beobachtungen ableiten, doch werden solche beim Universalinstrumente nicht angewendet

Die hier abgeleiteten Formeln gelten zunächst für den Fall, dass das Fernrohr centrisch über der Azimuthalaxe angebracht ist. Ist dieses nicht der Fall, wie z. B. in Fig. 471 (Fernrohr an einem Ende der Höhenaxe), so wird noch eine Correction nöthig. Sei  $aa'$  (Fig. 475) die Höhenaxe,  $a$  das Kreiseende  $C$  derjenige Punkt der Höhenaxe, welcher vertical über der Azimuthalaxe liegt,  $oO$  das Fernrohr, und daher  $aa'O = 90^\circ + c$ , wenn  $c$  der Collimationsfehler ist, so wird, sowohl beim Umlagen des Fernrohrs in den Lagern, als auch beim Drehen um  $180^\circ$  und Durchschlagen des Fernrohrs nach  $a(O)$  kommen, und daher durch mikrometrische Messung oder Drehung des Horizontalkreises der Winkel  $\angle(O)aM$  gemessen, wenn  $M$  das im Horizonte gelegene anvisirte Object ist. Es ist aber

$$\angle(O)aM = \angle(O)av + \alpha aM$$

$$\angle(O)aM = c + \alpha aM$$

Man findet aber leicht, wenn man von  $M$  ein Perpendikel auf  $aa'$  fällt, wenn

$$aa' = 2l \text{ und } Ma' = E$$

gesetzt wird

$$\tan \alpha aM = \frac{2l + E \sin c}{E \cos c}$$

Ist der Collimationsfehler  $c$  klein, wie dies immer vorausgesetzt werden kann, so wird

$$\tan \alpha aM = \frac{2l}{E} + \sin c$$

oder, die Tangenten und Sinus durch die Bögen ersetzend

$$\alpha aM = \frac{2l}{E} \arcsin 1'' + c$$

Damit wird der ganze scheinbare Winkel

$$\angle(O)aM = 2c + \frac{2l}{E} \arcsin 1'' = 2 \left( c + \frac{l}{E} \arcsin 1'' \right),$$

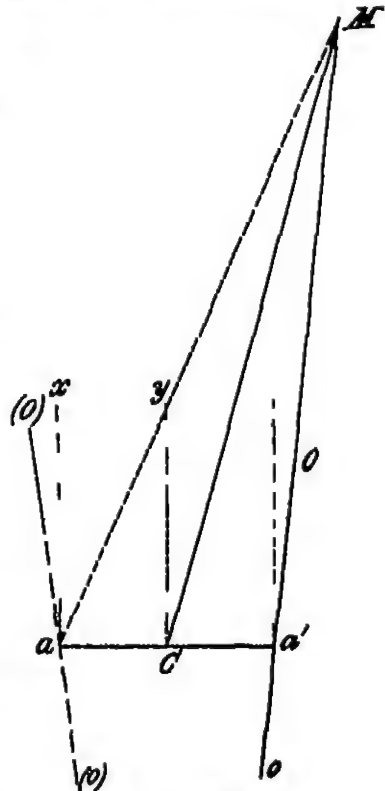
d. h. es tritt in den Formeln statt des Collimationsfehlers  $c$  der Ausdruck

$$c + \frac{l}{E} \arcsin 1''$$

auf, wobei  $l$  die halbe Länge der Höhenaxe und  $E$  die Entfernung des anvisirten Objectes ist. In der That wird man auch bei den Winkelmessungen in diesem Falle die Reduction wegen der excentrischen Stellung des Fernrohrs (in  $a'$  statt in  $C$ ) berücksichtigen, indem man in Stelle der Visur  $a'M$  die vom Centrum  $C$  ausgehende  $CM$  setzt, dieses würde aber dadurch berücksichtigt, dass man sich ein Fernrohr denkt, dessen Visirlinie mit dem Kreiseende der Höhenaxe den Winkel  $\angle aCM$  einschliesst, für welches also der Collimationsfehler ( $c$ ) bestimmt ist durch

$$\angle aCM = \angle aCy + \gamma CM$$

oder



(A 475)

$$90^\circ + (c) = 90^\circ + yCM, \quad (c) = yCM$$

Es ist aber wieder

$$MCy = \frac{l + R \sin c}{R \cos c} = \frac{l}{R} + \tan c$$

$$MCy = \frac{l}{R} \operatorname{arc} 1'' + c,$$

demnach

$$(c) = c + \frac{l}{R} \operatorname{arc} 1''$$

Es erübrigt noch die Verwendung des Instrumentes zur Messung von Zenithdistanzen zu untersuchen

Die Collimationslinie des Fernrohrs kann nur dann durch das Zenith gehen, wenn entweder die Höhenaxe horizontal und der Collimationsfehler null ist, oder allgemein  $c + s = 0$  ist. Ist diese Bedingung nicht erfüllt, so beschreibt der Punkt  $O$  auf der Kugel einen kleinen Kreis, wenn das Fernrohr um die Axe  $CA$  gedreht wird. Sei die Lesung für den Fall der Coincidenz der Ebene  $CAO$  mit der Verticalebene  $AZ$  gleich  $L_0$ , die Lesung nach der Drehung auf das Object  $O$  gleich  $L$ , so ist

$$\lambda = L - L_0$$

die Drehung des Fernrohrs, welche gleich ist dem Winkel  $ZAO$ . Man hat nicht in dem bereits betrachteten Dreiecke  $FOA$

$$\cos s = -\sin c \sin i + \cos c \cos i \cos \lambda$$

und daraus

$$\cos \lambda - \cos s = 2 \sin \frac{s - \lambda}{2} \sin \frac{s + \lambda}{2} = \sin c \sin i + \cos \lambda (1 - \cos c \cos i)$$

Daraus folgt, dass  $s - \lambda$  stets eine kleine GröÙe ist, und zwar von der zweiten Ordnung der GröÙen  $s$  und  $c$  und man kann daher schreiben

$$(s - \lambda) \sin s = ci + \frac{c^2}{2} + \frac{s^2}{2} \cos s$$

$$s = \lambda + c \cos c + \frac{c^2 + s^2}{2} \cotang s$$

Man kann demnach hier, ebenso wie bei den Horizontalwinkelmessungen, den Einfluss der Neigung der Höhenaxe und des Collimationsfehlers vernachlässigen, wenn die Werthe nur hinreichend klein gehalten werden, und die Objecte nicht zu nahe zum Zenith gelegen sind.

Die Einstellung des Fernrohrs in der Richtung des Zenithes ist aber nicht zu erkennen. Man kann wohl das Fernrohr gegen das Nadir richten, und den Nadirpunkt in der Art bestimmen, wie dies in dem Artikel »Meridiankreis« beschrieben wurde, allein Einrichtungen dieser Art sind bei den Universalinstrumenten nicht angebracht. Man bestimmt daher die Zenithdistanz durch Messung des doppelten Winkels, indem man zuerst das Fernrohr nach  $O$  richtet (z. B. bei  $KL$ ), sodann das Instrument um  $180^\circ$  drehet, wobei das Kreisende auf die entgegengesetzte Seite ( $KR$ ), und das Fernrohr in die Richtung  $CO'$  kommt. Schlägt man dann das Fernrohr durch das Zenith, bis es wieder gegen  $O$  gerichtet ist, so erhält man jetzt eine zweite Einstellung in der umkehrten Kreislage. Ist nun die (unbekannte) Lesung bei der Stellung des Fernrohrs ins Zenith  $L_0$ , die Ablesung bei Kreis links  $L_1$ , bei Kreis rechts  $L_2$ , die gesuchte Zenithdistanz  $s$ , so hat man

$$s = L_1 - L_0, \quad s = L_0 - L_2,$$



wenn die Lesungen vom Zenith gegen das Object hin bei Kreis links wachsen, und

$$s = L_0 - L_1, \quad s = L_2 - L_0, \quad \text{II}$$

wenn die Lesungen vom Zenith gegen das Object hin bei Kreis rechts wachsen. Man erhält hieraus durch Addition, bezw. Subtraction

$$\text{für den ersten Fall} \quad s = \frac{1}{2}(L_1 - L_2), \quad L_0 = \frac{1}{2}(L_1 + L_2) \quad \text{I}$$

$$\text{für den zweiten Fall} \quad s = \frac{1}{2}(L_2 - L_1), \quad L_0 = \frac{1}{2}(L_1 + L_2), \quad \text{II}$$

d. h. in beiden Fällen die Zenithdistanz gleich der halben Differenz der Lesungen, den Zenithpunkt gleich der halben Summe der Lesungen.

Dieses setzt jedoch voraus, dass in beiden Fällen die Lesung  $L_0$  gegen das Zenith unverändert blieb. Dies wäre aber nur der Fall, wenn die Stellung der Mikroskopträger gegen die Horizontale in der Zwischenzeit sich nicht geändert hätte. Denn denkt man sich das Fernrohr gegen das Zenith gerichtet, und die Mikroskope abgelesen, so wird stets dieselbe Lesung bleiben, wenn das Fernrohr seine Lage gegen das Zenith und auch die Mikroskope ihre Lage gegen die Verticale unverändert beibehalten hätten. Jede Veränderung in der Stellung der Mikroskope würde eine andere Lesung selbst bei unveränderter Lage des Fernrohrs zur Folge haben.

In der That wird über die Stellung der Mikroskope durch längere Zeitintervalle durchaus nicht als unveränderlich angesehen werden dürfen, um so mehr, als das Instrument in der Zwischenzeit um seine Aximutalaxe gedreht wurde. Man wird daher die Ablesungen der Mikroskope auf eine gewisse Normalstellung beziehen müssen, zu welchem Zwecke eben die Alhaden oder Versicherungslibelle dient. Die Mikroskopträger könnten so lange gedreht werden, bis die (als rectificirt gedachte) Libelle einspielt. Bei vielen Instrumenten ist auch der Mikroskopträger tatsächlich mittels eines Armes verstellbar, der durch eine Feinbewegungsschraube ähnlich denjenigen, welche für die Klemmung und Feinbewegung des Fernrohrs dienen, bewegt wird. Dieses ist jedoch nicht nöthig, und es genügt, die Lesung für eine beliebige Stellung der Mikroskopträger auf eine Normalstellung zu reduciren.

Die Röhre der Alhadenlibelle ist gegen das zu pointirende Object hin gewendet, und man bezeichnet jene Seite derselben, welche demselben näher liegt, als die äussere Seite desselben, das gegen das Object gerichtete Blasenende als das äussere Blasenende. Man findet nun leicht als Correction der Lesung bei der Lage des Nullpunkts der Libelle<sup>1)</sup> a) in der Mitte, b) nach innen, c) nach aussen und wenn die Lesungen im Kreise vom Zenith gegen das Object hin

$$\begin{array}{llll} \text{zunehmen} & + \frac{1}{2}(s - s')\mu & + [\frac{1}{2}(s + s') - n]\mu & + [n - \frac{1}{2}(s + s')]\mu \\ \text{abnehmen} & - \frac{1}{2}(s - s')\mu & - [\frac{1}{2}(s + s') - n]\mu & - [n - \frac{1}{2}(s + s')]\mu \end{array}$$

wobei im zweiten und dritten Falle, in denen der Nullpunkt der Libelle seitlich

<sup>1)</sup> Es ist z. B. wenn der Nullpunkt der Libelle innen ist, und  $n, s$  die Lesungen am äusseren und inneren Blasenende bedeuten,  $\frac{1}{2}(s + s')$  der Einspielpunkt, und  $\frac{1}{2}(s + s') - n$  die Ausweichung des Einspielpunktes nach aussen, eine Drehung des Mikroskopträgers, bis die Libelle in  $n$  einspielen würde, würde daher die Lesung  $s$  vergrössern, wenn die Lesungen vom Zenith gegen das Object hin wachsen. Die Lesung bei in  $n$  einspielender Libelle und Einstellung auf das Object würde daher grösser oder kleiner sein, je nachdem die Lesungen vom Zenith gegen das Object zu wachsen oder abnehmen. In derselben Weise sind alle andern Correctionen abzuleiten.



vorausgesetzt ist, ein in der Mitte der Libelle liegender Theilstrich  $m$  als Einspielpunkt angesehen wurde, und  $\mu$  der Parawerth der Libelle ist

Nun ist, da beim Drehen des Instruments um seine Azimuthalaxe der Nullpunkt der Libelle seine Lage gegen das Object ändert (nach innen oder aussen kommt, je nachdem er früher nach aussen oder innen gerichtet war)

für den Fall I

$$\begin{aligned} & \text{a) } s = L_1 + \frac{1}{2}(a-s)\mu - L_0, \quad \text{b) } L_1 + [\frac{1}{2}(a+s) - m]\mu - L_0, \quad \text{c) } L_1 + [m - \frac{1}{2}(a+s)]\mu - L_0 \\ & s = L_0 - [L_2 - \frac{1}{2}(a'-s')\mu], \quad L_0 - [L_2 - [m - \frac{1}{2}(a'-s')]\mu], \quad L_0 - [L_2 - [\frac{1}{2}(a'-s') - m]\mu], \\ & \text{folglich} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{a) } s &= \frac{1}{2}(L_1 - L_0) + \frac{1}{2}[(a-s) + (a'-s')]\mu \\ \text{b) } s &= \frac{1}{2}(L_1 - L_0) + \frac{1}{2}[(a+s) - (a'+s')]\mu \\ \text{c) } s &= \frac{1}{2}(L_1 - L_0) - \frac{1}{2}[(a+s) - (a'+s')]\mu \end{aligned}$$

und für den Fall II

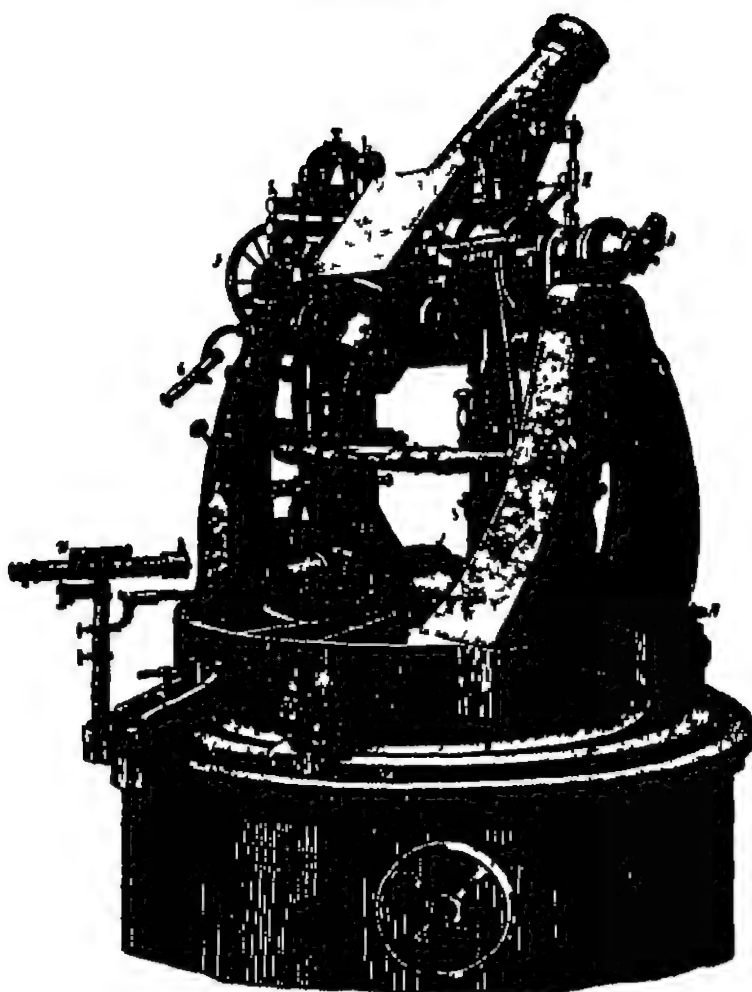
$$\begin{aligned} & \text{a) } s = L_0 - [L_1 - \frac{1}{2}(a-s)\mu], \quad \text{b) } L_0 - [L_1 - [\frac{1}{2}(a+s) - m]\mu], \quad \text{c) } L_0 - [L_1 - [m - \frac{1}{2}(a+s)]\mu] \\ & s = L_0 + \frac{1}{2}(a'-s')\mu - L_0, \quad L_0 + [m - \frac{1}{2}(a'+s')]\mu - L_0, \quad L_0 + [\frac{1}{2}(a'+s') - m]\mu - L_0, \\ & \text{demnach} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{a) } s &= \frac{1}{2}(L_2 - L_1) + \frac{1}{2}[(a-s) + (a'-s')]\mu \\ \text{b) } s &= \frac{1}{2}(L_2 - L_1) + \frac{1}{2}[(a+s) - (a'+s')]\mu \\ \text{c) } s &= \frac{1}{2}(L_2 - L_1) - \frac{1}{2}[(a+s) - (a'+s')]\mu \end{aligned}$$

also dieselben Formeln wie früher. Es mag jedoch bemerkt werden, dass man sich am sichersten von Irrthümern in den Zeichen frei halten wird, wenn man die Anbringung der Correctionen nicht nach diesen oder ähnlichen Formeln mechanisch anbringt, sondern von Fall zu Fall je nach der Stellung der Libelle die Reduction der Lesung auf einen Normalpunkt durch Ueberlegung vornimmt, wozu ebenfalls im vorhergehenden bereits ausreichende Andeutungen für den denkenden Beobachter gegeben sind.

N. HERZ

**Universaltransit** Obwohl Passageninstrumente in jeder beliebigen Verticalebene verwendet werden können, so ist es nicht leicht möglich, die selben abwechselnd in kurzen Zwischenräumen in verschiedenen Verticalebenen zu benutzen. Um diese Aufgabe zu lösen, hat HOERSILR ein Instrument construirt (dasselbe wurde zuerst von BAMBERG ausgeführt) welches gestattet, dasselbe leicht in jede beliebige Verticalebene zu bringen, in derselben aber ebenso stabil und sicher festzustellen, wie ein einfaches Passageninstrument. Dem Wesen nach ist dieser Zweck erreicht durch den massiven und kräftigen Unterbau, welcher aus Fig. 478 ersichtlich ist. Dieser Unterbau  $L$  und  $M$  ist auf Rollen  $P$  auf einer Bahn drehbar, sobald die Fuasschrauben  $N$  genügend gehoben sind. Soll dann das Instrument festgestellt werden, so werden die Fuasschrauben gesenkt, sodass deren untere Spitzen in radiale Einschnitte der unter ihnen sichtbaren Fuassplatten einmünden, welche letztere auf einen zweiten, der früheren parallelen Führungsbahn gleiten, aber auf derselben durch Klemmschrauben genügend sicher fixirt werden können. Ist diese Fixirung erfolgt, so kann bei Temperaturänderungen wohl eine Verschiebung der Füße in radialer Richtung in den Rinnen, nicht aber eine seitliche Verschiebung derselben erfolgen, und das Instrument dient dann als einfaches Passageninstrument, es sind die einzelnen Theile daher nach dem bei diesem und in dem Artikel »Meridiankreis« Gesagten, leicht zu verstehen.



Nach AMBROSE Handbuch der astronomischen Instrumentenkunde  
(1878)

$V$  sind die Träger welche das Gewicht der Libelle  $U$  ausbalanciren  $S_1, S_2$  hohle Träger, welche das Fernrohr sammt Axe und Libelle auf Rollen auf den Säulen  $S_1, S_2$  befürigen. Die Ausbalancirung findet durch Gewichte  $g$  statt, welche durch Hebelwirkung auf zwei in den Säulen  $S_1, S_2$  befindlichen Stangen wirken. Gleichartig dienen diese Säulen zur Umlenkung mittels des Rades  $T$ .

$E$  ist ein Aufsucherkreis, der mittels des Ablesefernhohres  $G$  abgelesen wird, eine Libelle für Polhöhenbestimmungen nach der HORRELLSOW TALCOTT'schen Methode.  $W$  ist ein Fernrohr, welches zur Einstellung und Ablesung an einem der Figur nicht gezeichneten Horizontalkreise dient.

Instrumente, welche denselben Zwecken dienen, wurden später in anderer Ausführung von REPSOLD construirt, welcher dieselben Durchgangstheodolite nannte. Da die Principien derselben aus dem obigen hinreichend ersichtlich sind, die praktische Lösung der gestellten Anforderungen jedoch in mannigfacher Weise möglich ist, und die Instrumente daher in mancherlei verschiedenen Formen ausfallen können, so kann hier auf alle Details nicht näher eingegangen werden. (Vergl. hierzu z. B. AMBROSE, Handbuch der astronomischen Instrumentenkunde.)

Als eine wichtige Anwendung des Universalkranzes mag die Bestimmung der Zeit aus den Beobachtungen zweier Sterne im selben (unbekannten) Azimuth durchgeführt werden

Es sei ein Stern dessen sphaerische Coordinaten Rectascension und Declination  $\alpha$  und  $\delta$  seien, zur Zeit  $\theta$ , ein anderer mit den Coordinaten  $\alpha'$ ,  $\delta'$  zur Zeit  $\theta'$  beobachtet worden, wobei aber  $\theta$  und  $\theta'$  nicht bekannt sind, wohl aber die Differenz der Zeiten  $\theta' - \theta$  Ist die (unbekannte) Azimuth, in welchem das Instrument aufgestellt ist  $A$ , so hat man, wenn  $t$ ,  $t'$  die zugehörigen Stundenwinkel sind

$$\begin{aligned}\cotang A \sin t &= -\cos \varphi \tang \delta + \sin \varphi \cos t \\ \cotang A \sin t' &= -\cos \varphi \tang \delta' + \sin \varphi \cos t'\end{aligned}$$

Multiplirt man die erste Gleichung mit  $\sin t'$ , die zweite mit  $\sin t$  und subtrahirt, so folgt

$$0 = -\cos \varphi (\sin t' \tang \delta - \sin t \tang \delta') + \sin \varphi (\sin t' \cos t - \cos t' \sin t)$$

oder

$$\tang \varphi \sin (t' - t) = \sin t' \tang \delta - \sin t \tang \delta' \quad (1)$$

Es ist aber

$$\begin{aligned}\sin t' &= \sin \left[ \frac{1}{2} (t' + t) + \frac{1}{2} (t' - t) \right] = \sin \frac{1}{2} (t' + t) \cos \frac{1}{2} (t' - t) + \cos \frac{1}{2} (t' + t) \sin \frac{1}{2} (t' - t) \\ \sin t &= \sin \left[ \frac{1}{2} (t' + t) - \frac{1}{2} (t' - t) \right] = \sin \frac{1}{2} (t' + t) \cos \frac{1}{2} (t' - t) - \cos \frac{1}{2} (t' + t) \sin \frac{1}{2} (t' - t)\end{aligned}$$

Es wird daher, indem man diese Ausdrücke in Gleichung (1) substituirt

$$\tang \varphi \sin (t' - t) = \sin \frac{1}{2} (t' + t) \cos \frac{1}{2} (t' - t) \frac{\sin (\delta - \delta')}{\cos \delta \cos \delta'} + \cos \frac{1}{2} (t' + t) \sin \frac{1}{2} (t' - t) \frac{\sin (\delta + \delta')}{\cos \delta \cos \delta'}$$

Setzt man daher die bekannten Grössen

$$\begin{aligned}\sin \frac{1}{2} (t' - t) \sin (\delta + \delta') &= m \sin A \\ \cos \frac{1}{2} (t' - t) \sin (\delta - \delta') &= n \cos A,\end{aligned} \quad (2)$$

so wird

$$\tang \varphi \sin (t' - t) = m \sin [A + \frac{1}{2} (t' - t)] \sec \delta \sec \delta',$$

demnach

$$m \sin [A + \frac{1}{2} (t' + t)] = \cos \delta \cos \delta' \tang \varphi \sin (t' - t) \quad (3)$$

Man kann diese Gleichung noch in eine andere Form bringen. Man erhält nämlich aus den Gleichungen (2), indem man die erste Gleichung mit  $\cos \frac{1}{2} (t' - t)$ , die zweite mit  $\sin \frac{1}{2} (t' - t)$  multiplicirt

$$\frac{1}{2} \sin (t' - t) [\sin (\delta + \delta') + \sin (\delta - \delta')] = m \sin [A + \frac{1}{2} (t' - t)]$$

oder

$$\sin (t' - t) \sin \delta \cos \delta' = m \sin [A + \frac{1}{2} (t' - t)]$$

und wenn man den Werth von  $\sin (t' - t)$  hieraus in die Gleichung (3) einsetzt

$$\sin [A + \frac{1}{2} (t' + t)] = \frac{\tang \varphi}{\tang \delta \cos \delta'} \sin [A + \frac{1}{2} (t' - t)] \quad (4)$$

Da nun  $t' - t = \theta' - \theta = (\alpha' - \alpha)$  ist, so erhält man hieraus  $t' + t$  und somit die beiden Stundenwinkel  $t'$  und  $t$ , welche in Verbindung mit den bekannten Rectascensionen  $\alpha'$ ,  $\alpha$  die nöthigen Stunden  $\theta'$ ,  $\theta$  ergeben

Schliesslich kann man noch das Azimuth des Instrumentes bestimmen, für dieses hat man die Formel

$$\cotang A = \frac{-\cos \varphi \sin \delta + \sin \varphi \cos \delta \cos t}{\cos \delta \sin t}$$

und hieraus

$$\frac{\cotang A}{\sin \varphi} = \frac{-\tang \delta + \tang \varphi \cos t}{\tang \varphi \sin t}$$

Dieser Ausdruck kann vereinfacht werden, wenn man für  $\tang \varphi$  seinen Werth aus (4) substituirt. Setzt man Kürze halber für einen Augenblick

$$M + \frac{1}{2} (t' + t) = \lambda,$$

so wird

demnach 
$$\lambda l + \frac{1}{2}(t' - t) = \lambda - t,$$

folglich 
$$\operatorname{tang} \varphi = \frac{\operatorname{tang} \delta \sin \lambda}{\sin (\lambda - t)},$$

oder 
$$\frac{\operatorname{cotang} A}{\sin \varphi} = \frac{\cos t \sin \lambda - \sin (\lambda - t)}{\sin t \sin \lambda_1} = \operatorname{cotang} \lambda$$

$$\operatorname{cotang} A = \sin \varphi \operatorname{cotang} [\lambda l + \frac{1}{2}(t + t')] \quad (41)$$

Die Formeln (2), (4), (41) lassen daher  $t'$ ,  $t$  und  $A$  aus  $t' - t$ ,  $\delta$ ,  $\delta'$  und  $\varphi$  finden

N. LIRA

**Universum** Die Gestalt des Weltgebäudes (constitution du ciel, construction of the heavens) zu erforschen, ist schliesslich der letzte Zweck der ganzen Astronomie. Alle Theilergebnisse, die wir über Himmelskörper erlangen können, vereinigt zu einem Gesamtbilde, das uns gewissermassen gestattet, hervorzutreten von dem Punkte im Innern der Welt, auf welchen das Menschengeschlecht festgenagelt ist und uns ausserhalb postierend mit einem Blicke das ganze Weltgebäude zu umfassen, ähnlich wie wir auf einem Erdglobus die Configuration der Erdoberfläche, aus dieser heraustretend, überschauen, das wäre die Krönung all unser Iustichung, und wenn sie gelingen wäre, so stünde die Astronomie sowohl an der Erreichung ihres Zieles als auch — am Ende und was weiter zu thun bliebe, wäre nichts als uninteressante Kleinarbeit. Eben deswegen ist aber weder zu hoffen, noch zu erwarten, dass wir ein solches Weltbild, das der Wahrheit entspräche, jemals völlig zu entwerfen im Stande sein werden, zumal die Festlegung unseres Standpunktes im Innern des zu erforschen den Gebietes und die unmerklich langsame Ortsveränderung desselben uns das Weltbild fast nur von einer Seite zeigt.

### Historische Entwicklung der Ansichten vom Universum

Aber der tiefe Drang im Menschen nach dem letzten Grunde aller Dinge hat die Welt als Ganzes schon zum Objecte der Speculation gemacht, als die Forschung noch in den Kinderschuhen steckte und nur das auffälligste Object des Weltgebäudes, die Milchstrasse, und die Thatfache, dass sie, wenig vom grössten Kreise abweichend, den Himmel ganz umschliesse, nicht übersehen werden konnte. Dass sie in der Sphäre der Fixsterne das ganze Planetensystem mit umfasse und hier entweder die Stelle bezeichne wo die beiden Hälften der Sphäre zusammengeschweiset seien oder auch die Spur, die die Sonne früher gewandelt sei, ehe sie den Weg der Ekliptik entlang eingeschlagen, steht uns von den Ansichten der Alten<sup>1)</sup> nicht viel höher, wie die bekannte mythologische Dcutung der via lactea in der Heikulesage, und nur die Annahme DEMOKRIT's, dass der Glanz der Milchstrasse erzeugt sei von dem zusammenfliessenden Licht einer sehr grossen Anzahl sehr weit entfernt, dicht gedrängter Sterne, verdient als weiterer Beleg dafür hervorgehoben zu werden, wie nahe / Ihl die griechische Astronomie der Wahrheit kam, gegenüber der des Mittelalters. Auch die Begründer der modernen Astronomie hatten Ansichten über das Weltgebäude, die lediglich speculativer Natur waren und nur bestehen konnten, weil jede Vorstellung über die wahren Entfernungen der Fixsterne und der Milchstrasse ihnen

<sup>1)</sup> Mehr Einzelheiten über die historische Entwicklung der Ideen über die Milchstrasse finden sich im Annuaire de l'Observatoire royal de Bruxelles 1880, pag 233

fremd blieb. COPERNICUS<sup>1)</sup> hielt bezüglich der Sterne noch an der *prima sphaera immobilis* fest, GALILEI<sup>2)</sup> stellt nur fest, welch eine Fülle neuer Sterne zu den mit unbewaffnetem Auge sichtbaren das von ihm zuerst angewandte Fernrohr offenbarte, KEPLER weist im ersten Buche seines Epitome, 1618, der Sonne eine ganz isolirte Stelle in einem leeren Raume im Innern des Sternsystems an und setzt die Entfernungen der Sterne untereinander als viel kleiner voraus, denn ihre Entfernung vor der Sonne. Die Sonne nimmt sehr nahe den Mittelpunkt des Sternennetzes ein, den die Milchstrasse bildet, weil diese sich als grösster Kreis projectirt. Jenseits der Milchstrasse beginnt der leere Raum. Die ganze Materie ist so vertheilt, dass ein Drittel der Masse die Sonne ausmacht, ein zweites Drittel zur Bildung des Planetensystems verwendet ist und das letzte Drittel die Sterne und die Milchstrasse erzeugt hat. Der Abstand der (dünnen) sternbesetzten Kugelschale verhält sich zum Abstände des (äussersten Planeten) Saturn, wie dessen Radiusvector zum Sonnendurchmesser oder wie 2000 : 1, so dass der Sonnendurchmesser den Sternen unter dem Winkel einer zehntel Bogen secunde erscheint (statt  $\frac{1}{4}$  wie richtiger wäre) und diese, die viel kleiner sind als die Sonne, uns erst recht keinen Durchmesser zeigen können. Freilich hält KEPLER es für denkbar, dass die Sterne der Sonne gleich an Grösse und viel leicht auch von einem Planetensystem umgeben seien, aber er lehnt es ab, diesem Gedanken nachzugehen, da das Copernikanische System nichts über die Natur der Sterne aussage.

HUYGHENS setzt hingegen in seinem 1698 veröffentlichten *Cosmotheoros* bereits die Sterne der Sonne in jeder Hinsicht gleich, denn inzwischen hatte die NEWTON'sche Gravitationstheorie die Vertheilung der Massen im Weltall, wie sie KEPLER sich dachte, als unmöglich erwiesen. Aus der Unveränderlichkeit der gegenseitigen Stellung der Sterne *Mizar* und *Alcor* im Laufe eines Jahres folgert er die ausserordentliche Kleinheit ihrer Parallaxe und versucht einen andern Weg, um zu einer zahlenmässigen Entfernungsbestimmung der Sterne zu gelangen, indem er die Helligkeit des *Sirius* mit der der Sonne vergleicht, wobei er den Abstand des ersteren zu 28000 auswerthete, also rund 80 Mal zu klein.

WRIGHT hat mit seiner *Theory of the universe*, London 1750, jedenfalls das eine grosse Verdienst, KANT zum Nachdenken über die Probleme der Gestaltung des Weltalls angeregt zu haben, wie dies der Königsberger Philosoph selbst hervorhebt in seiner *Allgemeinen Naturgeschichte und Theorie des Himmels*, oder Versuch von der Verfassung und dem mechanischen Ursprunge des ganzen Weltgebäudes nach NEWTON'schen Grundsätzen abgehandelt, Königsberg und Leipzig 1755. KANT spricht hier zuerst diejenigen Ansichten aus, die auch heute noch Geltung besitzen, wiewohl man sie heute als elementare bezeichnen würde. Die Sterne sind sämtlich Sonnen, mit Planetensystemen umgeben, in denen die Schwerkraft wirkt, die aber auch System mit System verbindet. Und wie im Sonnensystem eine Fundamentelebene vorhanden ist, die Ekliptik, in deren Nähe sich die Planeten anordnen, so besteht auch in dem System höherer Ordnung eine Hauptelebene und um diese gruppieren sich die Fixsterne so, dass ihre Anzahl in der Nähe derselben am Grössten ist und sie einander um so näher stehen, je mehr sie sich nach der Fundamentelebene zusammendrängen, der vereinigte Glanz so vieler so eng stehender Sterne ist die Milchstrasse. Die Sterne sind Bewegungen unterworfen im Systeme der Milchstrasse und wesentlich

<sup>1)</sup> De revolutionibus 1543

<sup>2)</sup> Nuncius siderius 1610

in deren Ebene, sie sind Planeten einer Centralsonne, als welche zu gelten, Sirius das meiste Anrecht hätte. Da die Milchstrasse im hellsten ist in der Gegend des Schwanz, so befindet sich die Sonne diesem Theile des Ringes am nächsten und die Centralsonne muss von ihr aus betrachtet dem Schwanz gegenüber liegen, was auf Sirius passt. Die Nebelflecke elliptischer Form und besondere Milchstrassensysteme ausserhalb des Ringes und eben ihre längliche Form deutet auch in ihnen auf das Bestehen einer Hauptebene. »All die Milchstrassen ordnen sich dann wahrscheinlich wieder in ein System höherer Ordnung und wir stehen auch damit nur im Anfange eines Fortschritts zu immer höheren Ordnungen, die die Unendlichkeit des Weltraums erweisen.«

Fast gleichzeitig mit und unabhängig von KANT kommt LAMBERT in seinen »Kosmologischen Briefen über die Einrichtung des Weltbaues, ausgefertigt von J. S. LAMBERT, Augsburg 1761« zu ähnlichen Anschauungen, die uns Modernen aber noch näher stehen. Er unterscheidet im Weltall Systeme von 5 Ordnungen. Das Planetensystem bildet das erste, die Sonne und ihre vielen Schwertsonnen, nämlich all die isolirt am Himmel sichtbaren Sterne sind ein System zweiter Ordnung, ein Sternhaufen, und ebenso wie die einzelnen Planeten durch Räume getrennt sind, die ungeheuer sind im Vergleich zu ihren Durchmessern, so sind die Zwischenräume zwischen den Sonnen des Sternhaufens vieltausendfache von den Ausdehnungen der Planetensysteme. Die Sternhaufen ihrerseits sind durch Räume von einander getrennt, die wieder ihre Durchmesser ganz beträchtlich übertreffen, sie ordnen sich neben und hintereinander, nicht übereinander, und zwar können demnach nur 6 unserm Sternhaufen gleiche ihm zunächst stehen, wenn die Abstände ungefähr gleich sind, das Hintereinanderstehen der vielen Sternhaufen erzeugt das System dritter Ordnung, die Milchstrasse, und da in verschiedenen Richtungen nicht immer gleich viele stehen, erklärt sich die verschiedene Helligkeit und durch die Abweichung einiger Sternhaufen von der Hauptebene die Verästelung der Milchstrasse. Die grosse Zahl der Milchstrassen im Weltraume ordnet sich in ein System vierter Ordnung, von wo der Weg zu den Systemen fünfter Ordnung vorläufig bloss ein Analogieschluss ist. Auch LAMBERT setzt für unseren Sternhaufen einen Centralkörper voraus, aber da ihm keiner der Sterne genügende Leuchtkraft für einen solchen zu besitzen scheint, schreckt er vor der Annahme eines riesenhaften, entweder sehr schwach leuchtenden, oder selbst dunkeln Körpers nicht zurück, dessen Vorhandensein viel leicht Störungen in den Bewegungen der äusseren Planeten ebenso verrathen möchten, wie wir im Mondlauf Störungen durch die Sonne bemerken. Nicht ganz abgeneigt wäre LAMBERT, den Orionnebel für diesen von irgend einer nahe stehenden Sonne mit erhellten Centralkörper zu halten. LAMBERT giebt Zahlen werthe für die Ausdehnungen der Systeme der verschiedenen Ordnungen, die nicht aus der Luft gegriffen sind, sondern ihren Ausgangspunkt daher nehmen, dass er die Parallaxe des Sirius aus photometrischer Vergleichung mit der Sonne erhielt.

Auf der gleichen Grundlage baut MICHELL<sup>1)</sup> auf, indem er in dieser Weise, mit Zwischenschaltung des Saturns die Parallaxe des Sirius bestimmt und sie unter einer Bogensecunde findet, den Sternen 6 Grosse, die Sirius in Licht 400 bis 1000 Mal übertrifft, können dann Parallaxen von nur 0' 05 bis 0'' 08 zu

<sup>1)</sup> An Inquiry into the probable Parallax and Magnitude of the fixed stars from the Quantity of Light, which they afford us and the particular circumstances of their situation by the Rev JOHN MICHELL. Phil Transactions vol LVII, pag 234. London 1767

Die Gruppierung der Sterne zu Sternbildern ist ihm nicht lediglich ein Spiel des Zufalls, wenngleich die Umbesehung irgend eines Sterns in ein bestimmtes Sternbild natürlich Sache der Willkür ist. Denn die Sterngruppen scheinen ihm durch ihren Anblick physische Zusammengehörigkeit anzuzeigen, zumal er findet, dass nach den Gesetzen der Wahrscheinlichkeit, die er zuerst auf diese Fragen anwendet,  $\gamma$  B die beiden Sterne  $\alpha^1$  und  $\alpha^2$  Capricornus nur  $\frac{1}{10}$  als Wahrscheinlichkeit für ein so nahe Nebeneinanderstehen als Ergebnis zufälliger Vertheilung für sich hätten. Das sind Ansichten, die  $\gamma$  B. ihm ganz neuerdings ausgesprochen sind, wenn wir  $\gamma$  B. aus der parallelen Bewegungsrichtung der Sterne im Gürtel des Orion und anderer auf eine geringe räumliche Distanz derselben von einander schließen, oder wenn HÖRTLER<sup>1)</sup> nachweist, dass von den 7 Sternen des grossen Bären 5 von einer Kraft getrieben hinter einander den Raum durchkreuzen. Andererseits hat die berühmte Spekulation über das Verhältniss der Zahl der optischen zu den physischen Doppelsternen MICHAEL zum Urheber, der ausführt, dass eine halbe Million gegen 1 zu wollen sei, dass die 6 hellen Plejadensterne nicht durch Zufall so nebeneinander stehen. Er hält es für sehr wahrscheinlich, dass die Sonne selbst mit einigen Sternen, die vielleicht 350, vielleicht auch 1000 an Zahl sein mögen, einen besonderen Sternhaufen im Sternenhimmel bilde und kommt damit wieder mit ganz modernen Ergebnissen überein.

Und doch bei aller theilweisen Anerkennung, die wir den Ansichten der genannten Herren rollen können, Welch ein Unterschied zwischen ihnen und dem nächsten in der Reihe der Erforscher des Weltgebäudes, WILLIAM HIRSCHEL, dem Astronomen von Slough. Jense combinirten bekanntes zu theils nur geistvollen, theils richtigen Hypothesen. Dieser stellte zum ersten Male umfangreiche Beobachtungsreihen an, um auf Grund solcher neu gewonnenen Thatsachen ein weit reicheres Gebäude aufzuführen und schuf sich die dazu nöthigen Instrumente mit eigener Hand. Die von ihm angewandte Methode<sup>2)</sup> war die der Sternzählungen (star ganging, jauges d'étoiles) und bestand darin, dass er die Sterne zählte, die in einer bestimmten Zeit des  $15' 4''$  im Durchmesser haltende Feld seines 20 füssigen Spiegelteleskops passirten. Die Grundidee (die er später selbst als Mückenhaft erkannte) war die: Wenn die Sterne gleichförmig im Raume vertheilt sind und wenn die angewandte Fernrohr bis zur äussersten Grenze unseres Systems vordringt, so sind alle darin sichtbaren Sterne in einem Kugel enthalten, dessen Spitze im Auge liegt und dessen Öffnungswinkel constant ist, nämlich gleich dem Durchmesser des Gesichtsfeldes, dessen Höhe aber veränderlich ist, wenn nicht das Milchstrassensystem zufällig eine Kugel mit der Sonne in der Mitte sein sollte. Die Anzahl der gleichförmig in einem solchen Kugel vertheilten Sterne würde der dritten Potenz seiner Höhe proportional sein, und somit ergeben die Abzählungen der Sterne in dem nach verschiedenen Stellen des Firmaments gerichteten Rohre die Entfernungen der Grenzen unseres Sternsystems an der betr. Stelle. Das Gesichtsfeld des HIRSCHL'schen Teleskops entspricht dem 888000 Theile des ganzen Himmels, aber selbst in der Zone, wo HIRSCHL ausschliesslich suchte, in  $+45^\circ$  bis  $-80^\circ$  Deklination, wären über 500000 Gesichtsfelder erforderlich gewesen, um die ganze Fläche zu bedecken. HIRSCHL begnügte sich daher mit ungefähr 8400 Suchproben, die er leider nicht aquidistant anlegte und die er selbst, nahestehende holder zusammenziehend, in 883 Mittel veremigte. Die Zone, auf welche er sich beschränkte,

<sup>1)</sup> Ueber die Parallaxe des Systems Ursa major. A. N. 3456

<sup>2)</sup> On the construction of the heavens. Phil. Transactions 1784 und 1785



erschien ausreichend, da sie sowohl den einen Pol der Milchstrasse, wie diese selbst in grosser Ausdehnung enthält

Die Gestalt des Milchstrassensteinhaufens untersucht HERSCHEL nun in einem Schnitt, der  $85^\circ$  gegen den Himmelsaquator geneigt, seinen Knoten in  $194\frac{1}{2}^\circ$  hat In ihm liegen die Steinbilder des Adlers, des Wassermanns, des stidlichen Fisches, der Waage, des Fischen, des Hissen, des Einhorn, der Hydra, des Löwen, des Hures der Berenice, der Jagdhunde, des Bootes, der Krone und des Herkules Die jeweiligen Radien Vectors, d. h. die dritten Wurzeln der Sternzahlen, trägt HERSCHEL in einer oft reproducirten Zeichnung auf, welche diesen zur Milchstrassenebene ungefähr senkrechten Schnitt veranbildlicht Die Sonne befindet sich ungefähr in der Mitte Die Längsaxe der Figur ist zu 850 Sinusweiten, die kleine Axe zu 155 solchen angenommen, das Verhältniss beider Axen ist also 11 : 2 Die grösste Entfernung der Grenze von der Sonne liegt in der Richtung des Steinbildes des Adlers, wo die zweigetheilte Milchstrasse sich auf 197 resp. 420 Sinusweiten erstreckt, ein leerer Raum g'ieht zwischen beiden Aesten, die erst 220 Sinusweiten von der Sonne entfernt sich vereinigen Auf der entgegengesetzten Seite ist die Grenze der einfachen Milchstrasse im grossen Hunde nur 352 Sinusweiten entfernt Die grösste Entfernung in diesem Schnitt vom Einhorn zum Adler würde das Licht erst in 12020 Jahren durch messen

Aber HERSCHEL arbeitete rastlos an seinen Ideen weiter und hat sie stufen weise fortschreitend in 12 weiteren Abhandlungen<sup>1)</sup> niedergelegt, die in den »Philosophical Transactions« von 1786, 1789, 1791, 1791, 1796, 1799 1802, 1806, 1811, 1814, 1817 und 1819 erschienen sind Er erkannte, vor allem seit er das 20 flüssige Teleskop durch Beschöpfung des zweiten Spiegels lichtstärker gemacht und zumal nach Anwendung des 40 flüssigen, dass er weder die Sterne als gleichförmig vertheilt annehmen dürfe, noch daran festhalten könne, dass er mit seinem Fernrohr bis zu den Grenzen der Milchstrasse vorgedrungen sei Schon im 20 flüsser war er auf 6 Stellen in der Milchstrasse gestossen, die es ihm nicht gelang, in Sterne aufzulösen, der neblige Schimmer blieb, also durch drang das Fernrohr den Raum nicht bis zu jenen Steinen, obwohl es den Blick 75 Mal weiter in die Tiefen des Himmels führte, als das unbewaffnete Auge dies that, und auch der 10 flüsser vermochte hier keine Auflösbarkeit zu erzielen HERSCHEL sieht also das erhoffte Resultat seinen Händen entgleiten Die Milch strasse selbst bleibt unauflösbar, nur ausserhalb derselben zeigen ihm seine Hilfsmittel die Grenzen der Welt Wenn aber die Hypothese gleichförmiger Stern vertheilung nicht aufrecht erhalten bleiben kann, so lassen sich diese Grenzen nur abstecken, wenn eine photometrische Abstufung der Sterne in jedem Gesichtsfeld hinrucht Diesen neuerdings mit Erfolg durchgeführten Gedanken hatte HERSCHEL schon, nur waren eben in seinen Aichungen die Sterne nicht nach Helligkeitsklassen abgezählt Als Endergebniss mehr als 30 jähriger Bemühungen, kommt HERSCHEL zu dem Schlusse, dass die Milchstrasse eine ungeheure Ansammlung grösstentheils unregelmässig gebauter Sternhaufen sei, untermischt mit schwächer leuchtenden Nebelpathieen Ihre Dicke ist klein gegenüber der Längs ausdehnung, doch ist das Verhältniss nicht angebbar

Den nächsten Schritt that L. G. W. STRUVE, dem ein geeignetes Material in die Hand gegeben war durch die unter seiner Leitung von WISEM catalog

<sup>1)</sup> STRUVE stellt in seinem »Études astronomiques stellaires« diese Abhandlungen auf pag. 19 und 20 der Notes übersichtlich zusammen



sirten Bessel'schen Zonen zwischen  $15^\circ$  nördlicher und südlicher Deklination wobei er für die Zwecke der Untersuchung der Sternvertheilung dieses Materie in sinnreicher Weise umarbeitete, um aus den beobachteten Sternen die Anzahl der vorhandenen der gleichen Grösse zu ermitteln. Diese ganze Untersuchung findet sich ausführlich<sup>1)</sup> auf pag XII bis I der von STRUVE geschriebenen Prefatio editoris zu dem Cataloge W, eingeleitet mit den bescheidenen Worten: *Res a proposito non aliena videtur, quatenus quantam partem stellarum in coelo inter certos magnitudinis limites existantium zonas Besselianae offerant* und es mahllich weitergeführt zu der ersten klassischen Untersuchung über die Vertheilung der Fixsterne. In den »Études d'astronomie stellaire, St Petersburg 1847« referirt STRUVE selbst die gleiche Arbeit und erweitert sie noch. Die Ueberlegung, die die STRUVE anwandte, geht davon aus, wieviel Sterne Bessel einmal, wieviel zwei, drei, vier und fünfmal beobachtet hat. Die Königsberger Zonen waren bekanntlich  $2^\circ$  hoch gedacht, doch so, dass  $6'$  im Norden und Süden zugegeben wurden, ausserdem griffen die Zonen in R. A. ein wenig in einander über und stellenweise wurden ganze Zonen wiederholt. STRUVE berechnet nun den Theil der Fläche zwischen den Parallelen  $+15^\circ$  und  $-15^\circ$ , der zweimal resp dreimal und mehr von den Rechtecken der Zonen bedeckt wird, in welchem also die Sterne zweimal resp dreimal und mehr beobachtet werden konnten und findet dann aus der Zahl der thatsächlich mehrfach beobachteten Sterne im Verhältnisse zu den einmal beobachteten, die wahrscheinlichste Zahl der dort überhaupt existirenden, davon aber nicht vollkommen befriedigt, zieht er den Catalog von PIAZZI heran, und reducirt zunächst die Grössen beider Cataloge genau auf einander, dann stellt er die Zahl der von Bessel und von PIAZZI beobachteten Sterne  $r$  resp  $s$  und der darunter beiden gemeinsamen  $c$  für die Klasse 1—6 Grösse, 7 Grösse und 8 Grösse auf und berechnet die Zahl  $Z$  der überhaupt dort vorhandenen nach  $Z = \frac{r \cdot s}{c}$  und zwar für die einzelnen Rectascensionsstunden. Dieser an und für sich richtige Wahrscheinlichkeitskalkül kann nicht darum nicht ganz zutreffen, weil zwar Bessel aus der Fülle der den Meridiankreis passirenden Sterne ohne Programm die herausnahm, auf welche das Deklination hin und herbewegte Rohr traf, während PIAZZI wenigstens für die helleren Sterne bis zur 7 Grösse ein Programm hatte, wie die häufige Wiederbeobachtung derselben zeigt, sodass hier der Zufall, der stets bei Wahrscheinlichkeitsrechnungen vorausgesetzt werden muss, nicht frei gewaltet hat. Da die Zahl der Sterne 9 Grösse bei PIAZZI zu klein ist, um hier ähnlich vorzugehen (eben weil für diese PIAZZI das Arbeitsprogramm aus früheren Catalogen fehlte) so schliesst STRUVE auf die Zahl der existirenden Sterne  $9^m$ , indem er die Anzahl der von Bessel ein, zwei, drei und viermal beobachteten Objecte dieser Klasse einer neuen ziemlich complicirten Wahrscheinlichkeitsrechnung zu Grunde legt, für welche er die ein, zwei, drei und viermal beobachteten Sterne 8 Grösse in Beziehung setzt zu den vorhandenen, die er der früheren Rechnung entnimmt.

Nachdem so die Zahlen der Sterne im Areale der  $30^\circ$  breiten äquatoralen Zone nach Rectascensionsstunden errechnet sind, hält STRUVE es für die helleren Klassen noch für richtiger, mit Hilfe der ARGELANDER'schen Uranometria die Vertheilung der Klasse 1—6 Grösse abzusondern, denen also dann 4 weitere

<sup>1)</sup> Zum ersten Male spricht STRUVE von seinen Arbeiten in dieser Richtung in der Einleitung zu seinem »Catalogus novus stellarum duplicium 1847« pag XXXIII bis XXXV.

6 Grösse nach ARGELLANDER, sowie 7 8 9 Grösse nach BESSEL angefügt sind Eine graphische Darstellung der fünf Dichtigkeitscurven im Schlusse der WEISS'schen Cataloges zeigt dann sehr deutlich, dass die Sternzahlen zwei scharf ausgeprägte Maxima besitzen, da wo die Milchstrasse den Aequator schneidet nämlich bei  $6^h$  und bei  $19^h$ , allerdings fallen die Curven für die verschiedenen Sternklassen recht verschieden aus, bei den hellsten Sternen ist das Maximum bei  $19^h$  gar nicht vorhanden, das bei  $6^h$  dagegen viel stärker ausgeprägt, als bei den übrigen, überhaupt ist das Dichtigkeitsmaximum in der Milchstrassenzone bei  $6^h$  weit stärker, als das gegenüberliegende bei  $19^h$

Im Gegensatze dazu ordnet nun STRUVE auch die in diese Zone fallenden Sternanordnungen HERSCHEL's nach Stunden und giebt die relativen Dichtigkeiten an, die mittlere gleich 1 gesetzt, dieselben schwanken von 0.18 in Stunde  $11^h$ , bis 2.64 in Stunde  $6^h$ , dem einen Maximum, und bis 2.78 in Stunde  $19^h$ , dem anderen Maximum, der Spielraum ist also weit grösser als bei den Sternen, wo der Mindestzahl 1618 in Stunde  $0^h$  eine Meistzahl von nur dem dreifachen 4492 in Stunde  $6^h$  gegenübersteht Ausserdem fallen die Maxima in der Darstellung der Sternanordnungen viel steiler ab, als in denen der Sternzahlen Dies zeigt, dass die letzten in den Sternanordnungen erreichten Sterne weit jenseits der Sterne 9 Grösse liegen und dass unser Sternsystem die Form einer flachen Scheibe hat, in deren Längsrichtung die HERSCHEL'schen Sternanordnungen mit den grössten Zahlen liegen Die Ansicht STRUVE's, dass die Anhäufung der Sterne bis zur 9 Grösse nach der Milchstrasse hin das optische Phänomen der Milchstrasse erzeuge, wird heute nach den Untersuchungen EASTON's (siehe weiter unten) nicht mehr getheilt werden können

Die Linie, die die beiden Stellen geringster Dichtigkeit der BESSEL'schen Sterne in  $1^h 30^m$  und  $12^h 30^m$  verbindet, bildet mit der Axe der grössten Dichtigkeiten, die nach  $0^h 40^m$  und  $18^h 42^m$  zieht, nicht einen rechten, sondern nur einen Winkel von  $78^\circ$  Aus dem Umstande, dass die Sterne der 1 bis 6 Klasse ihre Dichtigkeitsmaxima jedoch nicht in einem solchen Abstände von  $12^h$  haben, sondern bei  $6^h 29^m$  und  $20^h 30^m$ , also ungefähr  $15^h$  auseinander, folgt, dass die Sonne nicht genau in der Symmetrieebene des Systems steht, die beiden Punkte, wo die Kugel, die mit dem Radius der Sterne 9 Grösse um die Sonne geschlagen ist, die Symmetrieebene im Himmelsäquator schneidet, haben Fahrstrahlen, welche einen Winkel von  $225^\circ$  mit einander bilden Das Perpendikel von der Sonne auf diese Ebene verhält sich also zum Einheitsradius wie  $\sin 22\frac{1}{2}^\circ$  1, d. h. es ist 0.38, um soviel also steht die Sonne von der Symmetrieebene ab, oder ungefähr um die Entfernung der Sterne dritter Grösse Die Sonne weicht von der Symmetrieebene nach dem Sternbilde der Jungfrau zu ab, nach  $18^h$ , also nach Norden Allerdings weist das Auftreten besonders heller Sterne in der Richtung des Orion und die verhältnissmässige Sternarmuth beim Ophiuchus auf unregelmässige Kondensationen selbst in diesem innersten Theile des Milchstrassensystems hin

In den »Études d'astronomie stellaire« erweitert STRUVE diese Untersuchungen noch nach zwei Richtungen hin Er zeigt zunächst die symmetrische Anordnung der Sternzahlen in der Äquatorealen Zone zu den Stunden  $6^h$  und  $18^h$ , derart, dass in den Stunden von der Form  $(0 \pm 6 \pm \epsilon)^h$ , wo  $\epsilon$  von 6 bis 0 abnimmt, gleichviel Sterne stehen und sich die Zunahme an einem Quadranten studieren lässt, freilich geht man von  $6^h 30^m$  nach  $18^h 30^m$ , so findet man dort 7116 Sterne bis 8 Gr, während von  $18^h 30^m$  bis  $6^h 30^m$ , deren 7844 zu finden sind, diese geringe Abweichung von der Symmetrie beweist aber nur ähnlich wie die analogen Zahlen aus den HERSCHEL'schen Sternanordnungen die Abweichung der Sonne in der Richtung

nach 18<sup>h</sup>. Allerdings ist bei den Zahlen der HERSCHEL'schen Sterne der gleiche Ueberschuss procentual so viel grosser, dass der Gedanke nicht abzuweisen ist, dass auch in der Hauptebene die Vertheilung nicht gleichmässig ist, und dass die Abnahmen zu beiden Seiten derselben nicht gleichförmig vor sich gehen. Eine allgemeine Vorstellung von der Abnahme der Sterndichtigkeit in Schichten, die parallel der Hauptebene liegen, gewinnt aber STRUVE, indem er die HERSCHEL'schen Aichungen in der Zone der BRÉSSEL'schen Sterne zu Mitteln zusammen fasst nach galaktischen Breiten, die von 15 zu 15° wachsen. Er findet für die galaktische Breite  $\varphi = 0, 15, 30, 45, 60^\circ$  die resp. Sternzahlen im Felde des HERSCHEL'schen Teleskopes zu 122 00, 80 80, 17 68, 10 86, 0 52, und wagt wegen zu geringer Zahl der für  $\varphi = 75$  und  $\varphi = 90^\circ$  vorhandenen Aichungen die Werte für diese Breiten nicht hinzuzufügen. Jene fünf stellt er dann durch die Formel

$$s = \frac{6\,5713 - 5\,03 \cos 2\varphi - 1\,39 \cos 4\varphi}{1 - 1\,28088 \cos 2\varphi + 0\,23212 \cos 4\varphi}$$

strenges dar, die für  $\varphi = 75^\circ$  resp.  $90^\circ$ ,  $s = 4\,69$  resp.  $4\,15$  geben würde. Eine Integration führt damit auf 20871084 als Zahl der HERSCHEL'schen Sterne über den ganzen Himmel. Die Dichtigkeit  $\rho$  der Sterne im vertikalen Abstände  $r$  (wo  $r = 1$  der Entfernung der letzten HERSCHEL'schen Sterne entspricht) von der Hauptebene findet dann STRUVE als Function dieses Abstandes und, wenn die Dichtigkeit in der Hauptebene  $= 1$  gesetzt wird, zu

$$\rho = \frac{1 + 395\,90x^2 + 67607\,7x^4 + 10134\,5x^6 - 110068x^8}{(1 + 487\,74x^2 + 1497\,55x^4)^3}$$

Er werthet die Formel für 20quadranten  $x$  aus bis  $r = 0\,8660 = \sin 60^\circ$ , weiter will er nicht gehen, weil das eine Extrapolation sein würde. Es zeigt sich deutlich die rasche Abnahme der Dichtigkeit mit dem Abstände von der Hauptebene, schon für  $r = \frac{1}{2}$  ist sie unter  $\frac{1}{2}$ , für  $r = \frac{1}{3}$  unter  $\frac{1}{11}$  und für  $x = 0\,866$  kaum  $\frac{1}{200}$ . Setzt man den mittleren Abstand der Sterne von einander in der Hauptebene gleich 1, so verhalten sich offenbar die Kuben der durchschnittlichen Abstände der Sterne umgekehrt wie die Dichtigkeiten und die Abstände sind daher in der Grenze der Untersuchung d. h. im Abstände 0 8660 von der Hauptebene 5 729 mal so gross wie in dieser. In analoger Weise leitet nun STRUVE für die Sterne BRÉSSEL's 1—7 Grösse und 1—8 Grösse Formeln ab, welche ihre Anzahlen als Function der galaktischen Breite und ihre Dichtigkeit als Function des Abstandes von der Hauptebene darstellen, indem er den Radius der Kugeln, die diese Sterne einschliessen, gleich 1 setzt. In dem Abstände 1, d. h. für senkrecht über uns in Bezug auf die Milchstrasse stehende Sterne erhält er dann die Dichtigkeiten 0 40525 resp. 0 28410. Die gleichen Dichtigkeiten aber kann er auch ableiten aus der oben angeführten Dichtigkeitsformel für die HERSCHEL'schen Sterne, wenn er nur die Radien der beiden Sphären der Sterne 1—7<sup>m</sup> resp. 1—8<sup>m</sup> in Einheiten des Radius der HERSCHEL'schen Sterne ausdrückt, dies thut er, indem er die Sternzahlen der drei Klassen (und auch der Sterne 1—9<sup>m</sup>) für gleiche Flächen berechnet und die Radien den dritten Wurzeln aus den Sternzahlen proportional setzt. So findet STRUVE

für den die Sterne 1—9 <sup>m</sup> einschliessenden Radius 0 16567	} von dem, der die HERSCHEL'schen Sterne einschliesst
„ „ „ „ 1—8 <sup>m</sup> „ „ 0 10907	
„ „ „ „ 1—7 <sup>m</sup> „ „ 0 06888	

Geht man mit den beiden letzten Zahlen in die obige Dichtigkeitsformel für  $\rho$  ein, so ergibt diese 0 41865 resp. 0 81088 als Sterndichte in dem Abstand der Sterne 7 resp. 8 Grösse von der Hauptebene und diese Zahlen stimmen so

nahe mit den aus den besonderen Dichtigkeitsformeln gefundenen 0 40525 und 0 28410 überein, dass STRUVE durch eine ausreichende Prüfung seiner Annahmen erblickt. Endlich zieht er noch die ersten 6 Helligkeitsklassen der ARCELLANDER'schen Uranometrie in Betracht und leitet für sie ebenfalls die Radien ab. Er setzt dabei die mittlere Entfernungen eines Sterns der Grösse  $n$  dahin fest, dass er darunter den Radius einer Kugel versteht, deren Volumen das Mittel hält zwischen den Kugeln, deren Oberflächen resp. die Sterne bis  $(n - 1)$ ter und bis  $n$ ter Grösse einschliessen. Indem er endlich alles auf den mittleren Abstand der ARCELLANDER'schen Sterne 1 Grösse reducirt, schliesst er mit folgender Tafel ab für die Radien der Kugeloberflächen, welche einschliessen alle Sterne

ARCELLANDER's bis zur Grösse 1	1 26	BESSEL's bis zur Grösse 6	8 22
" " " " 2	2 14	" " " " 7	14 41
" " " " 3	3 20	" " " " 8	24 84
" " " " 4	4 44	" " " " 9	37 74
" " " " 5	5 21	und endlich alle Sterne, welche HERSCHEL's Zeichnungen zeigen	
" " " " 6	6 87		
			227 78

Eine Kritik dieser Zahlen für später vorbehaltend, heben wir mit STRUVE die wichtigsten Ergebnisse seiner letzten Untersuchungen nochmals heraus. Die letzten dem unbewaffneten Auge sichtbaren Sterne sind beinahe neunmal so weit entfernt, als die erster Grösse, die schwächsten von BESSEL beobachteten Sterne sind noch viermal weiter entfernt als das unbewaffnete Auge in den Raum vor dringt, und die sechsfache Entfernung der von BESSEL's Meridiankreis erreichenden Sterne führt uns erst zur Grenze von HERSCHEL's Zeichnungen.

Soweit über die Untersuchungen STRUVE's, die, soweit auch die reichsten Hilfsmittel unserer Zeit über seine Ergebnisse, die grösstentheils auf künstlich berechnete, nicht auf wirklich beobachtete Zahlen sich gründen mussten, hinaus geführt haben, immer eine Epoche in der Geschichte der Anschauungen über das Universum bilden werden, als der erste Versuch, die räumliche Vertheilung der Fixsterne der Rechnung zu unterwerfen. Zugleich erscheint es angemessen, hier die historische Reihenfolge in den Arbeiten zu verlassen, einmal weil die wichtigsten Ergebnisse, die sich um den Namen HANSEN für die Milchstrasse und SELLIGER für die Sternvertheilung gruppieren, doch beinahe alle neueren Datums sind, und dann weil zuvor das reichlich im Laufe der Jahrzehnte angehäufte Material aufzuzählen ist.

### Die Milchstrasse

Was zunächst die Milchstrasse selbst angeht, so liefert u. A. eine eingehende Beschreibung ihres Verlaufs der jüngere HERSCHEL in seinen *Outlines of Astronomy*, London 1834, S. 786 ff. Derselbe lässt sich wohl angeben nach den Sternbildern, durch die er führt, unmöglich aber kann eine Beschreibung eine klare Vorstellung von all den verschiedenen Verästelungen und feinen und feinsten Lichtabstufungen in der Milchstrasse geben. Fragen wir mit der CRANIOTON, wo die beiden Sternhaufen G. C. 5081 und 841 in unverkennbarem Zusammenhang mit der Milchstrasse stehen, so wendet sich diese dann mit wachsendem Glanze nach dem Schwan, wo ihre Zeichnung besonders auffällig und kontrastreich ist. Eine schon angedeutete Theilung wird zur völligen Spaltung im Adler, wobei der südliche Zweig der breitere und hellere ist, der nördliche bricht sogar in der Schlange vollständig ab. Im Skorpion sind wieder beide Theile sichtbar und hier erreicht auch die Milchstrasse ihre grösste Breitenausdehnung. Im

Schützen wird dann der südliche Zweig besonders hell. Immer noch getrennt sehen beide Theile durch die Winkelmisse und den Wolf weiter und vereinigen sich dann im Kreuz, wo sofort die Milchstrasse ihre geringste Breite hat. Hier ist auch ein wirkliches Loch in der Milchstrasse, der sogenannte große Kohlenack. Der Glanz desselben wird beim weiteren Verlauf durch die Scheibild der Schiffe stellenweise so schwach, dass man in eine völlige Unterbrechung denken könnte. Auch nach dem Eintritt in das Linhorn ist die Milchstrasse recht schwach, bleibt so zwischen Orion und Zwillingen, tritt dann im Lühmann Krüger auf und zieht in wunderbar vorstellter Struktur leuchtend durch den Perseus zur Cassiopea, von der wir ausgingen.

So stark auch die Abweichungen im einzelnen sein mögen, im Großen und Ganzen legt sich die Milchstrasse symmetrisch um einen gewissen Kreis. Die genaue Bestimmung seiner Lage ist ausserordentlich schwierig. Dies wird am deutlichsten, wenn die Werthe für den Ort des Pols, nebst dem Aquinochium, auf das er bezogen ist, und den sphärischen Radius dieses grössten Kreises hier zusammengestellt werden, wie sie verschiedene Beobachter angenommen haben.

	Aequ	$\alpha$	$\delta$	$R$	
HERSCHEL	1785	188°	82°	—	Phil Transactions 1785, pag. 253
SIRUYE	1825	189 80'	80 60'	98° 5'	Catalogue Regionmont Introduction
"	1825	189 80	81 80	—	Etudes d'Astronomie Culture
ARGELANDER	1800	189	88 80		Ueber die Eigenbewegung des Sonnensystems § 7
"	1800	189 15	81 98		Bonn Beob. Bd V I und § 1 Anm
"	1855	188 15	80		Bonn Beob. Bd V I und § 3
HOUEAU	1880	191 8	98 47	90 18	Uranometrie generale
"	1880	192 17	97 80	90 20	" "
HOUEAU	1880	191 9 5	99 10	90 35 4	RESUME I Unter suchungen
RITTENFART	1880	190 21 8	98 18	91 16 2	über die Constante der Präcession
GOULD	1875	190 20	97 21	90 ± 6	Uranometria Argentina

Zunächst hinter dem Namen steht das Aquinochium, auf welches sich die beiden Coordinaten beziehen, die letzte Columna giebt den sphärischen Abstand des grössten Kreises von diesem Pol. HERSCHEL'S Werth ist aus seinen Sternrechnungen abgeleitet. SIRUYE'S Werthe beruhen auf der Siriusischen Zone von + 16° bis - 16° Deklination. ARGELANDER'S erster Werth ist aus dem Verlaufe der Milchstrasse in dem Atlas von Bonn's Uranographie abgeleitet, der zweite nur aus dem nördlichen Theile desselben, der dritte ist ein Mittel aus dem ersten und dem HERSCHEL'Schen mit Rücksicht auf Präcession.

HOUEAU zeichnet in der Uranometrie generale, Annales de l'Observatoire royal de Bruxelles, nouvelle série, tome I, Bruxelles 1878, die Milchstrasse nach eigenen Beobachtungen auf beiden Hemisphären und zwar in 17 verschiedenen hellen Nuancen. Die Stellen grössten Glanzes glaubt er als Schwerpunkte der Milchstrasse in nächster Umgebung betrachten zu dürfen. Er hebt 14 solcher *points d'etat maximum* heraus, deren Helligkeiten zwischen 4 und 6  $\frac{1}{2}$  Siriusgrösse liegen und löst die Aufgabe, den Punkt zu finden, von dem alle 90° abstehen, indem er STRAUVE'S Pol annehmend, dazu ein  $\alpha$  und  $\delta$  bestimmt, das giebt das erste oben angeführte Resultat als Pol, und 90° 18' für den mittleren Abstand, anstatt wie angenommen 90°. Das zweite Resultat findet HOUEAU, indem er den einzelnen *points* Gewichte zwischen 4 und  $\frac{1}{2}$  je nach ihrer Helligkeit erteilt. Strenger wäre es gewesen, nicht die Annahme zu machen, dass die Milchstrasse

ein grosser Kreis war, sondern den sphärischen Abstand ihrer Mittellinie von dem Pole mit als Unbekannte einzuführen. Dies that RITTSTADT mit den HOUZEAU'schen 88 Punkten nach den Formeln, die auf pag 251 des IV Heftes der Veröffentlichungen der Cossch Steinwarte entwickelt sind, und erhält so ohne Unterscheidung von Gewichten den dritten Werth. Der vierte resultirt nach Ausschliessung eines stark abweichenden Punktes und beweist durch die grosse dadurch bewirkte Aenderung die Unsicherheit des Resultates. Die 88 Punkte HOUZEAU's sind übrigens recht ungünstig vertheilt. 28 derselben liegen zwischen  $18^{\circ}$  und  $22^{\circ}$ , also auf  $\frac{1}{4}$  des Umkreises beisammen. Es scheint daher dem Referenten der andere Weg empfehlenswerther, den GOULD in der *Urna* mehr Argentini (*Resultados del observatorio nacional Argentino en Cordoba*, Vol I, 1879.) eingeschlagen hat. Dieser hat aus seinen resp. *lunar*'s genauen Zeichnungen des Verlaufs der Milchstrasse südlich von  $+10^{\circ}$  Deklination und den HERSCHEL'schen Angaben für den Nordhimmel für jede halbe Rectascensionsstunde die Deklination der Mitte einer möglichst senkrecht die Milchstrasse durchschneidenden Graden bestimmt. Von den 18 Punkten wurden zunächst die ausgeschlossen, welche in  $15\frac{1}{2}^{\circ}$  bis  $19\frac{1}{2}^{\circ}$ , wo die grosse Spalte sich befindet, liegen. Die übrigen schlossen sich sehr schon einem grössten Kreise an, von dem nur 2 um mehr wie  $55'$  abwichen, während  $16\frac{1}{2}$  die mittlere Abweichung war, und dessen Pol oben angeführt ist. Nach GOULD steht also die Sonne genau in der Ebene der Milchstrasse, nach den HOUZEAU'schen Bestimmungen würde sie dem Nordpole der Milchstrasse näher stehen. Höchstens könnte man nach GOULD auf eine Abweichung der Milchstrasse von  $0'$  nach Norden von jenem grössten Kreise schliessen (wenn man die Liennungsstelle zuerst Acht lässt, mit Rücksicht auf diese würde im Gegentheil die Mittellinie  $0'$  nach Süden zu liegen kommen).

Die grosse Liennung in der Milchstrasse geht vom Schwan bis nahe zu  $\alpha$  Centauri. Die Mitten beider Zweige entfernen sich am weitesten auf  $17^{\circ}40'$  der Zweig in der kleineren Rectascension ist scharf unterbrochen auf eine Länge von  $8^{\circ}$  im Ophiuchus von  $-2^{\circ}$  bis  $-10^{\circ}$  Declination. Im Innern der Liennung ist auch vielfach schwacher Lichtschimmer zu bemerken, doch lassen sich die inneren Grenzen beinahe so scharf ziehen wie die äusseren. Die Liennung geht über  $100$  Deklinationsgrade und  $6$  Rectascensionsstunden hinweg in einer Gesamtlänge von  $125^{\circ}$ .

Die Mittellinie der beiden Aeste würden übrigens nach GOULD durch 2 kleine Kreise dargestellt, deren Coordinaten sein würden für den

	$\alpha$	$\delta$	$R$
vorangehenden	$182^{\circ} 25'$	$27^{\circ} 55'$	$89^{\circ} 8'$
folgenden	$196^{\circ} 80'$	$27^{\circ} 32'$	$92^{\circ} 89'$

Indessen ist die Position dieser Kreise insofern schwierig zu bestimmen, als die beiden Aeste der Milchstrasse wieder Verästelungen und Kankle zeigen. Der am meisten ausgeprägte und wichtigste Fall ist bei der grossen Unterbrechung des vorangehenden Zweiges zu finden. Hier ist ein über  $20^{\circ}$  langer, heller und gewundener Streifen in dem Schwanz der Schlange und der nördlich vorangehenden Ecke des SCHWANK'schen Schildes vorhanden, der nahezu von beiden Aesten isolirt ist, rechnet man ihn zum folgenden Aeste, so wird dessen Mittellinie weit nach Westen weggezogen, und der vorangehende ist tatsächlich abgebrochen. Betrachtet man ihn aber als die Fortsetzung des vorangehenden, so ist er für diesen immeihin nur ein ganz schmaler Band, welches da ansetzt, wo vorher der innere Rand des Aestes war. GOULD glaubte nach langem



Schwanken ihn zum folgenden Ast rechnen zu sollen, sodass der vorangeh<sup>ende</sup> thatsächlich in Nichts endigt

Die Breite der Milchstrasse ist sehr verschieden und verschiedener Auffassung fähig je nach der Durchsichtigkeit der Luft. GOMD giebt auf pag 370 für jeden Punkt galaktischer Länge (die Längen vom aufsteigenden Knoten der Milchstrasse auf dem Aequator in  $280^{\circ} 30'$  in geradlin. und zwar von  $0$  zu  $50^{\circ}$ , die Breite der Milchstrasse einmal so, wie sie jederzeit bei unbewoltem Himmel sichtbar ist und dann wie sie in vollständig klaren Nächten bei ausgeglichener durchsichtiger Luft sich gestaltet. Die allergrosste Breite liegt in der galaktischen Länge  $210^{\circ}$  ( $\alpha = 74^{\circ} 41'$ ,  $\delta = -26^{\circ}$ ) mit  $57^{\circ} 0'$  (von denen nur  $24^{\circ} 8'$  leicht zu sehen sind), die engste bei  $245^{\circ}$  ( $\alpha = 184^{\circ} 18'$ ,  $\delta = -15^{\circ}$ ) mit  $24^{\circ} 8'$  (von denen nur  $24^{\circ} 1'$  immer gesehen werden), die zweitengste Stelle dagegen mit  $26^{\circ} 2'$  in  $145^{\circ}$  Länge ( $\alpha = 64^{\circ} 30'$ ,  $\delta = +30^{\circ} 4'$ ) schumpft für gewöhnlich auf  $9^{\circ} 4'$  zusammen.

Es fällt auf, dass die breitesten Stellen der Milchstrasse in  $160^{\circ}$  bis  $225^{\circ}$  Länge liegen, ungefähr gegenüber der Verdopplung in  $280^{\circ}$  bis  $50^{\circ}$  Länge, wo also auch durch dieses Phänomen eine grosse Gesamtbreite erzeugt wird. Die engsten Stellen, die zugleich besonders hell sind, liegen in  $105^{\circ}$  bis  $160^{\circ}$  und  $255^{\circ}$  bis  $270^{\circ}$  Länge, wieder ungefähr einander gegenüber. Und man kann sich des Eindrucks nicht erwehren, als ob in grossen Zügen hier zwei Milchstrassenstränge wirksam waren, die, beide nahe grösste Kreise, um  $11^{\circ}$  gegen einander geneigt sind, und sich in den engen Stellen für unseren Standpunkt verdecken während in der ganz breiten Stelle, die eine unmerklich in die andere übergeht.

So viel über die Lage der Milchstrasse. Was nun die Feinheiten ihrer Struktur angeht, so ist eine Beschreibung ganz unzulänglich und nur Zeichnungen kann hier wirken. Auch diese aber ist schwierig herzustellen, weil schon gerade zu Künstlerhand dazu gehört um dem allmählichen Ineinanderübergehen der verschiedenen Lichtnuancen den rechten Ausdruck zu verleihen. Zwei gute Darstellungen haben wir schon in HOUDEAU's und INOM's Arbeiten kennen gelernt.

In den »Results of Astronomical Observations made during the years 1831—8 at the Cape of Good Hope by J F W HERSCHEL, London 1847«, findet sich auf plate XIII der beigegebenen Karten eine Darstellung der Partie vom Antinous bis zum Einhorn.

BORDDICKER hat auf der Sternwarte des Lord ROSSE zu Birr Castle, Parsonstown mit besonderer Sorgfalt die Milchstrasse bis zu  $-10^{\circ}$  Deklination in 4 Zeichnungen auf Blättern von 18 zu 25 Zoll in stereographischer Projection dargestellt und als Frucht 5 jähriger Arbeit der Royal Astronomical Society 1889 vorgelegt<sup>1)</sup>, und 1892 bei LONGMAN, GREEN & Co in London erscheinen lassen. Ein Jahr später hat EASTON in Dordrecht einen besonderen Atlas der Milchstrasse herausgegeben<sup>2)</sup>, der ebenfalls nur die Gegend bis zum Orion einerseits und zum Sobieschischen Schilde andererseits umfasst. WENTZ vergleicht in einem Referat in »Observatory Vol XVII, pag 57 unlässiglich einer Besprechung der EASTON'schen Arbeit diese mit der von BORDDICKER und stellt fest, dass die BORDDICKER'sche reichlicher an Details sei, dass es aber fast entmuthigend sei, die oft nur geringe Ähnlich-

<sup>1)</sup> Monthly Notices Vol I, pag 12. Zwei kleine Referate darüber vergl. Observatory Vol XV, pag 151 und 193.

<sup>2)</sup> EASTON, La Voie Lactée dans l'hémisphère boreal cinq planches lithographiées de description détaillée, catalogue et notes historiques avec une préface par H G VAN DE SANDT BAKHUYZEN Dordrecht et Paris GAUTHIER Villars 1893. Vergl. auch das eingehende und merkwürdige Referat von KLEIN in dem Jahrbuch der Astronomie und Geophysik für 1894, pag 94.

keit zwischen beiden Darstellungen wahrzunehmen. Der einzige Weg zu einer wirklichen Kenntnis der Milchstrasse sei daher, wenn möglichst viele Liebhaber der Astronomie unabhängig von den bereits vorliegenden Zeichnungen sich neu an die Aufgabe heruntersetzten, nach eigenen Wahrnehmungen dieselbe abzuzeichnen, nur so könne der persönliche Fehler eliminiert werden.

Die hier geforderte Bethätigung von Iren ist schon öfters ungeregt worden, zuerst wohl in der klassischen »Aufforderung an Freunde der Astronomie zur Anstellung von ebenso interessanten und nützlichen, als leicht auszuführenden Beobachtungen über mehrere wichtige Zweige der Himmelskunde«, die ARGERLANDER in SCHUMACHER's Jahrbuch für 1844, pag. 122 erliess, dann hat HIRS in seiner »Wochenschrift für Astronomie, Meteorologie und Geographie« 1864, pag. 265, diese Aufforderung wiederholt und besonders auf die Benutzung von Höhenstationen und Orten fern vom Ichthmeer der grossen Städte dabei hingewiesen. In Befolgung dieser Aufforderung berichtet KRIM in Band 1867, pag. 285, derselben Zeitschrift über die scheinbare Ausdehnung der Milchstrasse, wobei HIRS feststellt, dass er ihr Licht noch weiter als KRIM zu verfolgen im Stande ist. Auf den Beobachtungen des ersten beruhen dann die Zeichnungen in HIRS' »Atlas coelestis novus«, über deren technische Darstellung sich HIRS selbst nicht ganz befriedigt ausspricht<sup>1)</sup>, während in dem KRIM'schen »Stein Atlas für Freunde der Himmelsbetrachtung«, Leipzig 1888, die Milchstrasse überhaupt nicht dargestellt ist<sup>2)</sup>.

MARIN hat in Uebereinstimmung mit IORDAN<sup>3)</sup> auf Malta solche Milchstrassenzeichnungen anrichten wollen, indem er die galaktischen Coordinaten der dem unbewaffneten Auge sichtbaren Sterne bezeichnen liess. Diese sollen zuerst in die Karten niedergelagt und dann die Contouren der feinen Milchstrassennöbel nach Augenmaass zwischen sie eingefügt werden. Der Pol der Milchstrasse ist dabei zu  $190^{\circ}$  A. R. und  $60^{\circ}$  N. P. D.<sup>4)</sup> angenommen. Und zwar finden sich in Monthly Notices Vol. XXXIII, pag. 1 ff. alle Sterne der nördlichen Hemisphäre, deren galaktische Breite  $16^{\circ}$  nicht übersteigt und eine Anzahl noch weiter von der Milchstrasse absteigender und zwar nicht etwa in Länge und Breite, sondern indem gleich die Länge der zu projektirenden Karten zu 8 Fuss und ihre Breite zu 8 Zoll angenommen ist, werden sofort die rechtwinkligen Coordinaten der einströmenden Sterne in Zoll angegeben, 6 Grade entsprechen sonach einem Zoll. Die zweite Hälfte — die südlichen Sterne — folgt im gleichen Bande, pag. 517—527, ist aber auf je  $20^{\circ}$  Breite ausgedehnt und in Vol. XLIV, pag. 77—82 lässt MARIN ein Supplement folgen, welches auch für die nördliche Hälfte noch die fehlenden Sterne nachträgt, damit die Gesamtbreite der Zone auch hier  $40^{\circ}$  wird. Diese Sterne sind wirklich als Skelett für die Eintragung der Milchstrasse nur von IORDAN benützt worden, dessen Prästellzeichnungen auf der Ausstellung in Philadelphia zu sehen waren, und dann von CHARLES SCIENTIA's Sohn in New York herausgegeben wurden, auch sie gaben — in Cambridge, Mass. angefertigt — nur den nördlichen Theil. MARIN kommt daher in Vol. LIII der Monthly Notices, pag. 74, nochmals auf den Gegenstand zurück, und theilt jetzt wirklich die galaktischen Längen und Breiten der Sterne mit unter Beibehaltung des älteren Poles, obwohl er GOULD's Bestimmung für richtiger hält, dadurch wird die Wahl der Skala jedem freigestellt. Die erste Hälfte der Sterne

<sup>1)</sup> Vergl. V. A. G. Band VI, pag. 267.

<sup>2)</sup> Eine Darstellung der Milchstrasse, die SCHWAB unter dem durchsichtigen Himmel Athens angefertigt hat, liegt unveröffentlicht auf dem astrophysikalischen Observatorium in Potsdam.

<sup>3)</sup> Wie nach Verbesserung eines offensichtlichen Druckfehlers statt DecI gelesen werden muss.



ist pag 78—111, die zweite pag 384—417 abgedruckt, letztere folgen einige Rechnungen mit GOULDS Pol. Diese Sterne hat PANNROCK kurtzt, und zwar so, dass jedes Kartennetz und jede Bezeichnung der Sterne vermieden ist, die störend wirken müssten, und letztere nur im Rande vermerkt sind<sup>1)</sup> In den Mittheilungen der V A P 1897, pag 1 bringt er dann »Vorschläge für wissenschaftliche Beobachtungen der Milchstrasse,« welche die Benutzung dieser Karten voraussetzen, die daher grüthe von Herrn J PLASSMANN in Münster für Interessenten zu beziehen sind. Den gleichen Zweck, weitere Klärung zu Milchstrassenzeichnungen herbeizuführen, verfolgen drei Aufsätze desselben Verfassers in Popular Astronomy, Vol V, pag 395 »The necessity of further research on the Milky Way«, pag 185 »New charts for mapping the Milky Way« und pag 51: »On the best method of observing the Milky Way«.

Die Früchte dieser Anstrengungen müssen noch abgewartet werden und gegenwärtig sind wir noch weit entfernt von einer Kenntnis der Milchstrasse in all ihren feinen Details. Besonders hervorhebende Eigenenthümlichkeiten über mögen hier zusammengestellt werden. Zunächst ist der Kohlenack im Steinbilde des Kreuzes nicht das einzige »Loch« in der Milchstrasse. EASTON weist in seinem Catalog heller und dunkler Flecken in denselben 164 Objecte der letzteren Art nach, namentlich eine grosse leere Stelle zwischen  $\alpha$  Cygni und  $\epsilon$  Cephei, die er als nördlichen Kohlenack bezeichnet (CHAMBER<sup>2)</sup>) zählt solche dunkeln Stellen unter anderem im Skorpion auf. BARNARD berichtet in A N 2588 über die Auffindung eines kleinen schwarzen Loches ebenda, von dreieckiger Form von 2' Durchmesser, an dessen nördlich vorangehendem Rande ein heller orangefarbener Stern steht in  $17^{\circ} 58'' - 27^{\circ} 51'$  (1884 o). Auch SICCOU spricht A N 975 von mehreren unter dem klaren Himmel Roms dem unbewaffneten Auge sichtbaren Löchern. Diese Löcher, vom grossen Kohlenack bis zu den kleinsten, lassen sich wohl nur als wirkliche Spalten und leere Räume in der Milchstrasse deuten und nicht wie RANYARD will, als ein dunkles Medium, welches sich zwischen uns und die betr Stelle schiebt. Man erh meist diese Löcher als Beweis für eine ausserordentlich geringe Tiefenausdehnung der Milchstrasse in der Richtung des Visionradius an, denn bei grösserer Tiefe müsste man sich die Löcher röhrenförmig denken und es wäre dann doch ganz unvorstellbar, warum die Axen all dieser Röhren genau auf die Sonne zu gerichtet wären. SICCOU hat aber jetzt durch einfache theoretische Ueberlegungen<sup>3)</sup> gezeigt, dass jede gegebene Anordnung der Sternvertheilung ganz unabhängig von der grösseren oder geringeren Tiefe im Visionradius ist, auf welche wir sie uns vertheilt denken, und widerlegt einen von EASTON hiergegen im Astrophysical Journal Vol VII, pag 150 eilobenen Einwand in Vol XIII, Heft 2 der gleichen Zeitschrift. In der That ist offensichtlich, dass wenn die Milchstrasse zum Theil aus isolirten Sternhaufen besteht, dann zwischen denselben leere Räume bleiben können, die von den über und neben einanderliegenden Sternhaufen vollständig umgeben, jedem einigermassen entfernten Standpunkte freie Durchsicht gewähren.

Das Gegentheil dieser schwarzen Löcher bilden isolirte Nebelpartien in der Milchstrasse und besonders ein schwach leuchtendes Lichtband, welches SEARLE in A N 2858 nach Beobachtungen aus dem Jahre 1880 auf der Harvard Stern

<sup>1)</sup> Eine Anzahl Verbesserungen zu MARTIN's Rechnungen und seinen Karten giebt er Monthly Notices, Vol LIII, pag 420 V A P Jahrgang 7 pag 10 (letztere auch in Popular Astronomy, Vol V, pag 485) und V A P Jahrgang 8, pag 29.

<sup>2)</sup> Astronomy, pag 111.

<sup>3)</sup> Betrachtungen über die räumliche Vertheilung der Fixsterne, pag 64.

waite beschreibt Dasselbe würde,  $5^{\circ}$  breit, zwischen  $\alpha$  und  $\delta$  Aquilae beginnen, dann zwischen  $\alpha$  und  $\beta$  Aquarii passieren, 15 Aquarii überschreiten, 27 Piscium und  $\gamma$  Piscium enthalten und dann durch die südlichen Parthien des Widders auf die Plejaden zufließen, wo der Anschluss an die Milchstrasse wieder erreicht wird. Diese einzeln gebildeten Beobachtungen STARR's erscheinen heute zu Lage in besonderem Lichte, wo WOI<sup>1)</sup> Nebelmassen entdeckt hat, die von den Plejaden sich weit weg erstrecken, und daher vielleicht das Ende der von STARR's seinem Auge wahrgenommenen Milchstrassenverzweigung sind.

Man könnte dann denken, die genauere Darstellung des Verlaufes der Milchstrasse von der Photographie zu erhoffen. Kurze Expositionen versagten hier aber nach BARNARD<sup>2)</sup> vollständig. Es zeichnen sich dann nämlich lediglich die Sterne in der Milchstrasse auf, von dieser selbst aber kommt keine Spur. Es ist hier wesentlich, um den Eindruck der Milchstrasse hervortreten zu lassen, dass sehr grosse Regionen photographirt werden, welche dunkle Stellen des Himmels und von der Milchstrasse bedeckte neben einander enthalten. Es müssen also Porträtlinsen von möglichst grosser Oefnung mit möglichst kurzer Brennweite verwendet werden, sodass vielleicht ein Feld von 100 Quadratgraden abgebildet wird, in Verbindung mit nichtlängiger Exposition. Wenn man eine solche Platte dann auf eine kleinere Skala reducirt, so treten für das Auge deutlich die Contraste hervor. BARNARD reproducirt u. A. eine solche Aufnahme der Milchstrasse, deren Mitte in  $17^{\circ} 53''$  und  $-28^{\circ}$  liegt, die über 3 Stunden exponirt ist und spricht die bis jetzt unerfüllte Hoffnung aus, auf diese Weise einen vollständigen photographischen Milchstrassenatlas herstellen zu können. Bekannt ist noch die wundervollen Daueraufnahmen WOI's, die weit längere Expositionen erfordern haben und ebenso wie einige Aufnahmen BARNARD's (*Th in Knowledge*<sup>3)</sup>) reproducirt sind. Immerhin kann man zu einer dem Auge ähnlich erscheinenden Darstellung der Milchstrasse auf diese Weise nicht kommen, denn da es bekannt ist, dass die Milchstrassensteine wesentlich dem I Spektraltypus angehören, so wirken sie und noch mehr ausgedehnte Nebelmassen ultravioletten Lichtes, die ebenfalls WOI mehrfach entdeckt hat, weit stärker auf die Platte als die dem Auge auffallenden Stellen. Es wäre auch noch zu erwägen, ob die Schnittphotometrie, welches WOI jüngst zur Bestimmung der hellsten Stellen des Zodiakallichtes verwandt hat<sup>4)</sup>, nicht sehr geeignet wäre, in geeigneter Weise die Milchstrasse klassisch zu suchen. BARNARD folgert aus seinen photographischen Versuchen und HODDIN<sup>5)</sup> stimmt ihm inlänglich ein. Berichtes über die Leistungen des 36 Zöllers der Ick Steinwarte darin bei, dass der Eindruck der Milchstrasse nicht von den hellen Steinen hervorgerufen wird, noch nicht von den helleren teleskopischen Sternen, die ja die Platte noch einzeln abbildet, sondern von dicht gedrängt stehenden Steinen vielleicht der 15 Grösse. HODDIN findet die Milchstrasse auch im 36 Zölller stellenweise unauflösbar. Und wenn STARR die Existenz seiner oben beschriebenen Lichtbandes dadurch erhalten will, dass er versucht, es durch die Anhäufung von  $BD$  Steinen, die er abthilt, zu erklären, so ist diese irrigte Voraussetzung, als ob

<sup>1)</sup> Max WOI. Die Aussernebel der Plejaden, München, Salmgaber 1900.

<sup>2)</sup> Monthly Notices Vol I, pag 512.

<sup>3)</sup> Knowledge Jahrgang 1894 1895 u ff. Vergl. auch die prachtvollen 8 stündigen Expositionen WILSON's in Popular Astronomy Vol III pag 58.

<sup>4)</sup> Max WOI. Ueber die Bestimmung der Lage des Zodiakallichtes und des Gegenschein. Sitzungsber der math. phys. Classe der k. bayer. Akademie d. Wiss. 1900, Band XXX, Heft II.

<sup>5)</sup> Sidereal Messenger 1888, pag 298.

Sterne 9 Grösse Milchstrassenschimmer erzeugen könnten, nur die Folge einer Befangenheit in den Ansichten von STRUVE's études d'astronomie stellure, die wir in dieser Hinsicht noch mehrfach zu widerlegen im Stande sein werden

#### Das Material zur Untersuchung der Sternvertheilung

Das Material auch die Vertheilung der Sterne im Milchstrassensternhaufen eingehender zu untersuchen, beruht auf der Abzählung der Sterne nach bestimmten Grössenordnungen und der Voraussetzung, dass alle Sterne einer bestimmten Grössenordnung innerhalb des betrachteten Raumes wirklich bekannt seien. Sternataloge aber, die eine sichere Gewähr dafür übernehmen können, alle Sterne bis zu einer bestimmten Helligkeit zu enthalten sind nur die Durchmusterungen, die bei feststehendem Feinrohr alle hindurchpassierenden wenigstens beobachten konnten. Dabei kann aber die niedrigste Grössenordnung unmöglich vollständig sein, da ihre Mitnahme nur die Gewähr bietet, dass die vorübergehende nahezu vollständig aufgenommen ist. Ibatächlich ist die Bonner Durchmusterung für die Sterne bis zur Grösse 9.0 sehr nahe vollständig mit verschwindenden, für diese Untersuchungen nicht belangreichen Ausnahmen und höchstens könnte man nach SCHONFELD eine gewisse Vollständigkeit bis zur Grösse 9.2 annehmen. Die südliche Durchmusterung und die Cordoba Durchmusterung, die bis 10 Grösse gehen, mögen bis zur 9.5 vollständig sein, obwohl sie eine so ausgedehnte Prüfung wie die oben genannten drauflaufen noch nicht zu bestehen gehabt haben. Auch die photographische Durchmusterung kann zwar nach Art ihrer Herstellung eher bis zu ihrer Grenzgrösse 10.5 für vollständig erachtet werden, doch ist die optische Wirkung der Sterne nach den Untersuchungen KAPLYN's<sup>1)</sup> eine derart mit wachsender galaktischer Breite abnehmende, dass hier ganz andere Ergebnisse für die Sternvertheilung von vorn herein zu erwarten sind<sup>2)</sup>. Die Abzählungen dieser Durchmusterungen sind in grossen Zügen in ihnen resp. Einleitungen geschehen, wo v. B. ARRIANDRE selbst bereits in der Einleitung zu Band 5 der Bonner Beobachtungen genau die Vertheilung der Durchmusterungssterne sowohl nach Rectascension und Deklination, wie nach Zonen parallel zur Milchstrasse untersucht hat<sup>3)</sup> und folgert, dass man zwar in diesen Sternen die Anordnung nach Zonen parallel zu Milchstrasse nachweisen könne, dass es aber zur wahren Erkenntnis der Constitution des Fixsternsystems, zwischen den *BD* Sternen und den HERSCHEL'schen Sternzeichungen noch einer Zwischenbedürfnisse bedürfe. Genauere Abzählungen der *BD* Sterne hat dann LITROW in seiner »Zählung der nördlichen Sterne im Bonner Verzeichnisse nach Grösse« (Sitzungsberichte der K. Akademie der Wissenschaften, LIX. Band, Wien 1869) mitgetheilt<sup>4)</sup>. Er hat dabei aber nur in den einzelnen Deklinationsgraden die Zehntelgrössenklassen abzählen lassen, ohne Trennung nach Rectascensionen und seine Zählungen haben daher nur den Werth, zu zeigen, was schon bekannt war, dass nur die halben und ganzen Grössen der *BD*, die an Zahl bedeutend überwiegen, wirklich geschützt sind, während die anderen Zehntel, die lediglich das Resultat des Mittelnehmens sind, viel weniger häufig vorkommen. SELLIERE liess daher eine

<sup>1)</sup> Bulletin du comité international pour l'exécution photographique de la carte du ciel, tome II 1892

<sup>2)</sup> STRANONOFF hat jetzt die Verwerthung der drei Bände der *PD* für eine Bestimmung der Sternvertheilung begonnen

<sup>3)</sup> Auch Abzählungen in den einzelnen Deklinationsgraden von 4' zu 4' Abstand sind in Bonn ausgeführt aber nicht publizirt (vergl. Einleitung zu Band 5, pag. 8)

<sup>4)</sup> Zusammengefasst für ganze Grössenklassen giebt LITROW diese Abzählungen richtig in A. N. 1711 verfehlt in A. N. 1487, doch sind dieselben, wie gesagt, ohne Interesse

neue Abzählung ausführen, wobei er nur nach halben Grassen trennte, und die folgenden 7 Klassen bildete 10 — 55, 56 — 60 61—65 66 — 70, 71 — 75, 76—80, 81 — 85, 86 — 90, 91 — 95, geleitet von der Absicht, die letzten 5 Zehntel 91 — 95, die bekanntlich ein anderes photometrisches Verhalten zeigen, als die helleren Steine, für sich abzusondern, sonst hätte die Bildung von Klassen 1 — 62, 63 — 67, 68 — 72, u s w, welche die mittlere Grösse einer Klasse auf eine runde halbe oder ganze Grösse legen, näher gelegen, die er bei anderen Untersuchungen (vergl pag 79) benutzt hat Ferner wurde nach Rectascensionen von 20 zu 20 Minuten getrennt Die ausführlichen Abzählungen für jeden Grad finden sich in den neuen Annalen der Münchener Sternwarte, Band II, Abtheilung C mitgetheilt Nach Zusammenfassung zu je 40 Zeitminuten und 5 Deklinationsgraden sind die Durchmusterungsteine nördlich des Aequators abgezählt in »Ueber die Vertheilung der Steine auf der nördlichen Halbkugel nach der Bonner Durchmusterung« und »Zur Vertheilung der Fixsterne am Himmel« von H SEELIGER (Sitzungsber der math phys Classe der k bayer Akademie der Wiss 1881, Heft 1 und 1899, Heft 3) Die Abzählungen der *SD* in den zwei südlichsten Graden der *BD* nach dem gleichen Princip finden sich in »Ueber die Vertheilung der Steine auf der südlichen Halbkugel nach SCHÖNHEIM'S Durchmusterung« von H SEELIGER (Sitzungsber der math phys Classe der k bayer Akademie d Wiss 1886, Heft 2) unter Hinzufügung einer 8 Klasse für die Steine 96 — 100 Grösse Die gleichen Abzählungen mit der Sekante der Deklination multiplicirt, sodass die 5° hohen und 40" breiten Triapaze auf gleichen Flächeninhalt reducirt erscheinen, giebt RISTENFARI in seinen »Untersuchungen über die Constante der Precession und die Bewegung der Sonne im Fixsternsysteme«, pag 41 bis 51 (Veröffentlichungen der Kurlauher Sternwarte, Heft IV) Von der *CD* von — 22° bis — 41° sind in der Einleitung zu Vol XVI der »Resultados del observatorio nacional Argentino« ausführliche Abzählungen von 4 zu 1 Zeitminuten und für jeden Deklinationsgrad aufgeführt, doch ohne Trennung nach Grössenklassen Und man erkennt nur soviel, dass die Gegend dieser Zone, durch welche die Milchstrasse geht, bei 8' — 104, viel dichter besetzt ist, als der andere Milchstrassenzweig bei 164 — 204 Von der *PD* sind nur statistische Aufzählungen der Sterne pro Deklinationsgrad in der Einleitung des 3 Bandes, pag 36 und die Sternzahl pro Quadrantgrad, in 14 Breiten, 5° hohen Triapazon auf pag 37 gegeben Als weiteres Material kommen für schwächere Steine in Betracht die Steinrichtungen von CROITORA, enthalten in »Sopra alcuni scandagli del cielo eseguiti all' osservatorio reale di Milano e sulla distribuzione generale delle stelle nello spazio Annotazioni del prof GIOVANNI CROITORA« (Pubblicazioni del reale osservatorio di Brera in Milano No XIII Milano 1877) CROITORA hat die in einem durch Draht nicht bar gemachten Rechteck von 17' Höhe und 34 1/2 Länge im PLÖSSL'schen kleinen Aequatorial von 2m Oeffnung gleichzeitig stehenden Sterne abgezählt Die Definition des Bildes war eine ausgezeichnete und, wie noch bewiesen werden soll, die Grösse der schwächsten eben noch gesehenen Steine 11 1/2 in der Skala der Durchmusterung Dann wurde das Fernrohr so in Rectascension verstellt, dass das betrachtete Feld in das Rechteck trat u s w Von je zwei aufeinander folgenden Rechtecken wurde gleich die Summe gebildet und nur diese notirt, dadurch wird die abgezählte Fläche 87' 4 lang, also bei 17' Höhe im Aequator fast quadratisch CROITORA hat nun alle 21 Stunden herumgezählt, und in Deklination zunächst das Feld von 0° bis 0° 17' gehen lassen Er fügt dann die unmittelbar nördliche Zone 0° 17' bis 0° 34' an u s w und kommt mit 21 Zonen dazu, die ganze Breite vom Aequator bis 6° nördlicher Deklination zu bedecken,

indem er nur die Deklinationsminuten  $1^{\circ} 12'$ ,  $3^{\circ} 42'$ ,  $5^{\circ} 12'$  ausl. 1934, damit  $21 \times 17$  Minuten 6 Grade ausmachen können. Im Ganzen sind  $9 \times 141 \times 21$  Aichungen gemacht, die nahezu vollkommen die Zone bedecken. CLORIA hat jedoch in seiner Publikation immer von 9 in R. A. nebeneinanderliegenden Aichungen, die sehr nahe 10 Zeitminuten Grömmilänge haben, nur die Summe der dort stehenden Sterne und das Mittel pro Feld angestrichen, und dabei die mittleren Rectascensionen solcher Nonnfeldreihen auf  $0^h 5$ ,  $15$ ,  $25^m$  u. s. w. gelegt, so dass in jeder der Zonen 144 Zahlen mitgetheilt sind. Zonenweise hat dann CLORIA Curven construirt und im Schluss seiner Arbeit angestrichen die den Verlauf der Sternzahlen mit der Rectascension illustriren. Die 21 Curven summen nicht nur in den beiden Maximis in ca.  $7^h$  und  $19^h$  (das letztere ist ausgeprägter) überein, sondern auch in vielen einzelnen Zügen, was bei dem geringen Deklinationsabstand nicht weiter wunderbar ist.

Ein weiteres Material könnten dann die ekliptikalen Karten darbieten, zwar nicht die von HIND welche kaum über die  $33^{\circ}$  Steine hinausgehen, wohl aber die von PETERS, CHACORNAC und PAIRIA. HIND hat in den „Publications of the Washburn Observatory of the University of Wisconsin, Vol. II. Madison 1884, pag. 171 Abzählungen dieser Karten vorgenommen, und zwar erstlich der von PETERS Hand gezeichneten, für jeden Quadrantgrad wobei er die Meinung ausspricht, dass diese Karten wohl bis zur  $13^{\circ} 5$  Steingröße gehen. Ferner nimmt er die CHACORNAC'schen, von PETERS handschriftlich corrigirten Karten hinzu. Wir erfahren daraus, dass PETERS ausser seinen publicirten, in der Tabelle auf pag. 528 von Band III, 2 aufgezählten Karten noch mehrere, welche weit fortgeschrittene waren, die er nur nicht publicirte, weil sie nicht vollkommen die  $20^m \times 5^{\circ}$  ausfüllten, hinzu treten einige von WATSON selbst angefangene Karten, und die Sternzahlen werden auch noch nach Multiplication mit  $\sec \delta$  zur Reduction auf gleiche Flächen mitgetheilt. In einer zweiten Tabelle sind die Abzählungen in den 20 publicirten PETERS'schen Karten enthalten, in welche PETERS bei einer nochmaligen Vergleichung seiner Manuscripten mit dem Himmel, noch die schwächsten im Clintoni Refractor sichtbaren Sterne (nach HIND bis  $11^m 8$  nach der Bonner Skala) eingezeichnet hatte. Eine dritte Tafel umfasst Abzählungen aus unpublicirten Kartenstücken PAIRIA's, die alle mit dem Polar Sechseck, resp. dem Wiener Wölfszöcher sichtbaren Steine enthalten, nach Flächen eines Viertelquadratgrades, endlich theilt eine vierte Abzählung die Ergebnisse der PAIRIA'schen Karten No. 1 und No. 3 mit. Indessen zeigt SALZMANN<sup>1)</sup>, dass die Annahme nicht aufrechtzuerhalten werden kann, dass PETERS' Karten bis zur  $13^m 5$  Grösse oder gar weiter gingen. Eine Vergleichung mit CLORIA's Sternzahlen, nachdem beide nach Milchstrassenzonen vertheilt waren, giebt im Gegentheil einen geringen Ueberschuss für CLORIA's Steine, die doch nur bis  $11^m 5$  gehen. Auch eine direkte Prüfung am Münchener Refractor durch VONDER hat gezeigt, dass nur selten Steine unter  $11^m 5$  in den PETERS'schen Karten sich finden und ein ähnliches Resultat hätte schon NORMAN erhalten müssen, der in einer Schluss-tafel A die Sternzahlen für den Quadrantgrad für verschiedene Himmelsdurchmusterungen nebeneinander stellt, er findet hier für PETERS 87 87, für die beiden HILSCHER 1417 9 als mittlere Sternzahl, also für PETERS nur den 16 Theil von HILSCHER, kann also nicht, wie er es thut, die Grenzgrösse für PETERS zu 14 9, für HILSCHER zu 15 annehmen, vielmehr müssen PETERS Grenzsterne um ca. 8 Grösseklassen heller sein als die der beiden HILSCHER, mag

<sup>1)</sup> Betrachtungen über die räumliche Vertheilung der LUXURIE von H. SALZMANN. Abhandlungen der k. bayer. Akademie der Wiss. II. Kl., XIV. Bd., III. Abth. München 1898.

nach immerhin die Bevorzugung der Milchstrasse durch den kleinen Hirsch und die Vermeidung derselben durch PIRRS das Verhältniss beeinflussen.

Die Pariser und Marssiller Karten sind aber zu so verschiedenen Zeiten und von mehreren Beobachtern angefertigt, dass Gleichförmigkeit und Vollständigkeit kaum verbürgt werden können, und ohne ausgedehnte Untersuchungen darüber, die sehr mühselig wären, könnten sich nur ganz mangelhafte Resultate aus ihrer Verwendung ergeben. Die PARIS'schen Karten sind zu zerstückt und zu wenig zahlreich.

Ausserdem haben fast alle Karten den Fehler, dass sie die Milchstrasse vermeiden, in welcher die Sternvertheilung gerade ein besonderes Interesse bietet.

Ein reiches Material für die schwächsten Sterne bieten dann die Sternvertheilungen der beiden HIRSCH's 1100 kleiner Sternvertheilungen hat der ältere HIRSCH selbst in seinem Aufsätze „On the construction of the heavens“ (Philosophical Transactions for 1795) publizirt. Kopiedruck finden sich die selben, zu 668 Stellen gemittelt, in dem gleichen Bande der Washburn Observations wie die eben besprochenen Sternvertheilungen auf pag. 115—110, während auf pag. 159—173 noch 406 weitere Stellen, als Ergebniss von 2245 bis dahin unpublizirten Aichungen W. HIRSCH's von NORMAN mitgetheilt werden, die dieser aus den Papiere HIRSCH's von dessen Erben erhalten hat. Die 2290 Sternvertheilungen JOHN HIRSCH's finden sich zu 605 Stellen vereinigt in dessen Cap Beobachtungen mitgetheilt, während aber der ältere HIRSCH ganz willkürlich im Himmel sich die Orte seiner Aichungen aussuchte und dabei nur bei anderen reichen und bei anderen arme Gegenden bevorzugte, hat der jüngere, obwohl er im übrigen mit demselben Instrument und nach derselben Methode beobachtete wie sein Vater, seine Aichungen systematisch vertheilt. Er ging nämlich von einem Ausgangspunkt zum nächsten 10 Minuten weiter und zugleich  $1\frac{1}{2}^\circ$  nach Süden, dann nochmals 10 Minuten weiter und  $1\frac{1}{2}^\circ$  nach Süden, hierauf aber  $10''$  weiter und  $1\frac{1}{2}^\circ$  nach Norden und dies nochmals, worauf er wieder nach Süden ging und so im Zickzack, immer abwechselnd 2 Schritte nach links oben und dann 2 nach links unten reichend, erhielt er die folgende Reihe Stellen, die in den Parallelen von der Form  $n \times 1\frac{1}{2}^\circ$  und in denselben  $20''$  auseinander lagen. NORMAN theilt zugleich mit, dass er auf dem Washburn Observatory mit dem Hirsch'schen Zirkel und 195facher Vergrösserung Sternvertheilungen begonnen habe in einem quadratischen Felde von  $10'$  Seite, über deren Ergebniss indessen noch nichts bekannt geworden ist. Er bezeichnet es daher zugleich als wünschenswerth, die Gesammtheitsstärke der im Felde vereinigten Sterne photometrisch zu bestimmen. Das wesentliche aber ist eine eingehende Diskussion der Vertheilung der schwächsten Sterne ist, dass man nicht die Gesammtheit der in einem bestimmten Felde stehenden Objecte oder ihre Gesammtheit kennt, sondern die Anzahl bis zu einzelnen äquidistanten Grenzhelligkeiten, sodass man stufenweise Helligkeiten machen kann beim Hindringen in die Tiefe des Sternenhimmels und weil hierfür eben über die  $1100$  hinaus noch so unendlich viel fehlt, macht STRICKER den Vorschlag, Vertheilungen mit einem grossen Teleskop vornehmen zu lassen, das dann systematisch auf mehrere kleinere Oeffnungen abgeblendet wird, die gleiche Lichtverluste bedingen, oder noch besser photographische Dauer aufnahmen zu machen, auf denen sich dann die Sterne der verschiedenen Grössenklassen abtheilen lassen. Es müssten dann noch vielleicht mit Rücksicht auf die stärkere aktinische Wirkbarkeit einzelner Sterne, die also weit heller erscheinen würden und das Ergebniss systematisch gegen die Milchstrasse abgelesen würden, Parallelaufnahmen mit Vorschaltung einer Gelbscheibe gemacht



werden, ähnlich wie dies jüngst BARNARD gethan, um solche ichtischen Anomalien in dem Sternhaufen *M 18* Hercules zu untersuchen<sup>1)</sup>

### Sternzahl und photometrische Constante

Benutzt man in bestimmter Richtung und für ein bestimmtes Feld, vielleicht einen Quadratgrad, die Abzählungen von Sternen 'gleichdistanter Grössenklassen, so ist, wie STRAUZE in den Händen zeigt, bei gleichförmiger Vertheilung der Sterne im Räume und durchschnittlich gleicher Helligkeit der Sterne eine einfache Beziehung sofort abzuleiten<sup>2)</sup>. Bezeichnet  $A_n$  die Anzahl aller Sterne bis zur Helligkeit  $n$  und ist  $\gamma_n$  das Verhältniss der Helligkeit der Sterne zur Grösse zu denen der  $(n+1)$ ten, während  $r_n$  den Radius der Kugel bezeichnet, die die Sterne bis zur  $n$ ten Grösse einschliesst, so ist offenbar

$$\frac{A_{n+1}}{A_n} = \frac{r_{n+1}^3}{r_n^3},$$

da die Sterne bis zur  $(n+1)$ ten resp. zur  $n$ ten Grösse in zwei Kugelschalen enthalten sind, deren Inhalt sich verhält wie die Cuben der Radien, andererseits ist  $\gamma_n = \frac{r_{n+1}^3}{r_n^3}$ , da sich die scheinbaren Helligkeiten gleichheller Kugeln — das ist

die Voraussetzung — umgekehrt verhalten wie die Quadrate der Abstände,

daraus folgt  $\frac{A_{n+1}}{A_n} = \gamma_n^{3/2}$ . Danach würde sich also die Anzahl der Sterne bis zu einer bestimmten Grössenklasse zu der der nächsthellere verhalten müssen wie die  $\frac{3}{2}$ te Potenz des Helligkeitsverhältnisses  $\gamma$ , welches auch den Namen der photometrischen Constante führt. Eine solche Annahme aber findet sich bei keiner Reihe von Sternzahlen bestätigt (SCHIAPARELLI<sup>3)</sup>) führt z. B. folgende Zahlen für die in der Harvard Photometry<sup>4)</sup> ihrer Grösse nach genau bestimmten Sterne zwischen dem Nordpol und  $-80^\circ$  Deklination an

Sterne	bis	Zahl	$A_n$	$C_1$	$A_n - C_1$	$C_2$	$A_n - C_2$
	1=00	7	7	8	-1	1	13
"	1 00 "	16	23	28	-5	10	+7
"	2 00 "	66	89	92	-8	65	+21
"	3 00 "	218	307	307	0	257	+50
"	4 00 "	717	1024	1024	—	1024	—
"	5 00 "	2089	3113	3113	-300	4077	-961

Die letzte Klasse kann nicht vollständig sein, da das Arbeitsprogramm sich auf die Sterne der *BD* und zwar nur bis  $6^m 2$  vollständig, aufbrachte, und sehr wohl etwas schwächere hienin noch nicht enthaltene Sterne, doch heller als  $6^m 00$  photometrisch sein könnten. Die Harvard Photometry wählt  $\log \gamma = 0.400$  ( $\gamma = 2.5118$ ). SCHIAPARELLI findet nun, dass obige  $A_n$  sehr nahe in der Pro-

<sup>1)</sup> Astrophysical Journal Vol XII pag 176

<sup>2)</sup> PETERS zeigt A N Band 28 pag 229, dass die Folgerung auch gilt, wenn nicht gleiche Helligkeit vorausgesetzt wird, sondern nur angenommen wird dass für jeden Stern alle Helligkeiten zwischen 0 und einer Maximalhelligkeit  $2C$  gleich wahrscheinlich sind

<sup>3)</sup> Sulla distribuzione apparente delle stelle visibili ad occhio nudo Pubblicazioni del reale osservatorio di Brera in Milano No XXXIV

<sup>4)</sup> Observations with the Meridian Photometer during the years 1879—82 by E. PICKERING, Director aided by A. SEARIS and O. C. WENDLAND, Annals of the Observatory of Harvard College Vol XIV part 1

gression 10 8 fortschreiten und berechnet aus  $A_8$ , die unter Voraussetzung der strengen Progression sich ergebenden anderen  $A_m$ , die unter der Ueberschrift  $C_1$  oben in der vierten Columnne stehen. Die Differenzen  $A_m - C_1$  sind ganz unmerklich klein, die grosse letzte Differenz würde sich fast durch die Unvollständigkeit des Programms erklären lassen, aber  $\frac{A_{m+1}}{A_m}$  zu 10 8 angenommen, ergäbe  $\log \gamma$  zu 0.84859, also viel zu klein,  $\log \gamma = 0.1$  würde umgekehrt  $A_{m+1} : A_m = 8.981$  verlangen, also, wieder unter Festhaltung von  $A_8$ , die Zahlen der Columnne  $C_1$ , eine, wie die  $A_m - C_1$  zeigen, ganz unzulässige Annahme.

GOULD stellt in der Uranometria Argentina die Sternzahlen sowohl der Uranometria selbst, als auch des nördlichen Himmels durch 8 Formeln dar, die erstlich aus der Uranometria allein, dann aus der nördlichen Hemisphäre und endlich aus der Gesammtheit aller Sterne abgeleitet sind und findet für die Gesammtheit der Sterne bis zur Grösse  $m$  resp.

$$\Sigma_m = 0.5812 (8.9120)^m \text{ für die Uranometria}$$

$$\Sigma_m = 0.1691 (8.9129)^m \text{ für die nördlichen Sterne bis } 9^\circ,$$

$$\Sigma_m = 1.0068 (8.9111)^m \text{ aus allen Sternen bis } 7^\circ$$

Nimmt man hier im Mittel 3.912 für das Verhältniss  $\frac{A_{m+1}}{A_m}$ , so würde daraus  $\log \gamma$  zu 0.8949 resultiren, also ebenfalls zu klein, wenn auch nicht mehr sehr viel, doch weist das abweichende Resultat von SCHJÄRARRILD und GOULD auf verschiedenartige Grundlagen in den photometrischen Constanten für die hellsten Sterne, es zeigen denn auch die beiderseits verwandten Sternzahlen grosse Differenzen, namentlich für die Sterne der 4—5 und 5—6 Grösse. Jedenfalls ist aber die Annahme durchschnittlich gleicher resp. zufällig vertheilter Helligkeit und gleicher Vertheilung der dem unbewaffneten Auge sichtbaren Sterne nicht zulässig. Gleiche Helligkeit der Sterne würde als Ergebniss vorstehender Ueberlegung die Thatsache bedeuten, dass die Sterne sich um die Sonne zusammen drängen, gleiche Vertheilung aber würde aussern, dass die Sterne in der Umgebung der Sonne durchschnittlich kleiner und schwächer leuchtend wären als die entferntesten. Für letzteres werden wir später in dem Ueberwiegen der Sterne des zweiten Spectraltypus in der Nähe der Sonne einen geringen Anhalt finden.

Wie schon dies Beispiel zeigt, ist die genaue Kenntnis des Helligkeitsverhältnisses, wesentlich, um die Sterne der verschiedenen Grössenklassen in ihre richtige mittlere Entfernung von der Sonne zu versetzen. Bei der visuell bestimmten Grösse der Durchmessungen ist dieser Helligkeitsfaktor zunächst unbekannt und muss daher bestimmt werden. Dies haben LIU WOLFF<sup>1)</sup>, LINDEMANN<sup>2)</sup> und ROSEN<sup>3)</sup> unternommen, indem sie zahlreiche photometrische Vergleichen der geschätzten Bonner Sterngrössen unter sich vorgenommen und das mittlere Verhältniss dann für successive Grössenklassen aufgestellt haben, sehen wir von den wenig benutzten Arbeiten WOLFF's ab, so findet ROSEN aus insgesamt 110, LINDEMANN aus 290 Steinen für die teleskopischen  $BD$  Sterne als Helligkeitsverhältniss  $\log \gamma$

<sup>1)</sup> J. L. WOLFF, Photometrische Beobachtungen der Fixsterne Leipzig 1877

<sup>2)</sup> LINDEMANN, Photometrische Bestimmung der Grössenklassen der Bonner Durchmusterung

<sup>3)</sup> Supplement II aux Observations de Poulkova 1889

<sup>4)</sup> ROSEN, Studien und Messungen mit einem WILHELMSCHEIDT'schen Photometer Bulletin de l'Académie de St. Petersburg 1870



	ROSLN	LANDRYMANN
3—7 <sup>m</sup>	0 888	0 894
7—8 <sup>m</sup>	0 888	0 892
8—9 <sup>m</sup>	0 870	0 487

Die Helligkeitsfaktoren sind also weder constant, wie es für eine homogene Grossenklasse erforderlich wäre, noch stimmen die beiden Bestimmungen unter sich genügend überein, sodass, da beide Beobachter verschiedene Objecte benutzt haben, der Verdacht gar nicht abzuweisen ist, dass das Helligkeitsverhältnis innerhalb derselben Grossenklasse in verschiedenen Gegenden des Himmels ein anderes ist. Es wäre dies ja auch gar nicht weiter zu verwundern, da verschiedene Beobachter mitgewirkt haben und die Auffassung in den einzelnen Zonen auch noch mit der Durchsichtigkeit der Luft und persönlichen Einflüssen veränderlich sein musste. Ausserdem hat schon SCHÖNFIELD einen systematischen Schätzungsfehler, derart, dass die Durchmusterungsgrossen um so mehr grösser sind, je steinreicher die durchmusterte Gegend ist, in der Einleitung zur *SD* pag [36] aus den Vergleichen mit den BRÜHL'schen Grossen abgeleitet, also eine Abhängigkeit von der galaktischen Breite, und das gleiche Ergebnis hat SCHIRMER<sup>1)</sup> aus den Vergleichen der *SD* Grossen mit denen mehrerer anderer Cataloge gefolgert. Eine solche systematische Abhängigkeit der Sterngrössen von der Milchstrasse über einmal angenommen, ist die Zahl der von ROSLIN und LANDRYMANN vorgenommenen Vergleichen viel zu gering. Es muss eine ausgedehnte Vergleichung mit einer, zahlreiche Anhaltspunkte enthaltenden vollständigen photometrischen Untersuchung der *BD* Sterne ausgeführt werden. Hierzu wäre die in Potsdam von MÜLLER und KEMPT im Gange befindliche genaue Bestimmung aller *BD* Sterne bis zur Grösse 7<sup>m</sup> 5 sehr geeignet, resp. sie könnte dann einfach in Bezug auf die Steinvertheilung in gewissem Grade die *BD* Abzählungen ersetzen, vor ihrer Vollendung aber stehen hierfür nur zur Verfügung die schon anlässlich der SCHIAPARELLI'schen Arbeit erwähnte Harvard Photometry und ferner die ebendort angefertigte »Photometric Revision of the Durchmusterung« (Vol. XXIV), welche die photometrische Bestimmung von 16 865 Durchmusterungssternen enthält, eine dritte Arbeit der Harvard Steinwaite auf diesem Gebiete ist die von BAILLY auf der Fialsteinwaite in Aicquira ausgeführte den südlichen Himmel betreffende, die in Vol. XXIV als »A catalogue of 7922 southern stars observed with the Meridian Photometer during the years 1889—91« publiziert ist. Sie kommt indes ihrer von KEMPT<sup>2)</sup> besprochenen Mängel wegen als Ersatz für die visuellen Grossen der Uranometria Argentinica kaum in Betracht. Die beiden erstgenannten Arbeiten benutzt SEELIGER in den folgenden beiden in den Sitzungsberichten der k. bayerischen Akademie der Wissenschaften, Band XXIX, Heft III und Band XXVIII, Heft II erschienenen Untersuchungen »Zur Vertheilung der Fixsterne am Himmel« und »Ueber die Grössenklassen der teleskopischen Sterne der Bonner Durchmusterungen«, um die Durchmusterungsgrossen auf eine einheitliche photometrische Skala, für welche überall  $\log i = 0$  ist, zu reduciren. Die erstgenannte Arbeit beschäftigt sich mit den Sterngrössen 5<sup>m</sup> 8—6<sup>m</sup> 2 der *BD* und findet folgende Beziehung

<sup>1)</sup> A. N. 2766

<sup>2)</sup> V. A. G. 31. Jahrgang, pag. 191 ff.

<i>m</i>	<i>m</i>	Anzahl	<i>m</i>	<i>m</i>	Anzahl
<i>BD</i> 53 = <i>Harv</i> 522		89	<i>BD</i> 58 = <i>Harv</i> 558		169
51	520	20	59	569	49
55	517	172	60	588	571
56	556	32	61	585	79
57	548	111	62	597	168

Obwohl der mittlere Fehler einer Vergleichung  $0^m 80$  ist, dürfte doch durch diese Zahlen genügend erwiesen sein, dass die *BD* Schätzungen in dem Intervall von 53 bis 62 nicht gleichmäßig fortschreiten,  $5^m 7$  und  $5^m 6$  ist heller als  $5^m 5$ ,  $6^m 1$  heller als  $6^m 0$ . Eine geringe Abhängigkeit von der Milchstrasse mit der Lenden, dass die Grossenzahlen höher zu nehmen, findet STRICKE ebenfalls. Es ist also die *BD* in diesen Helligkeitsklassen der geringen Sternzahlen wegen überhaupt zu Untersuchungen über Sternverteilungen nicht geeignet und STRICKE ersetzt sie daher durch die *Harvard Photometry* für die schwächeren Durchmusterungssterne bildet STRICKE die Klassen 68—67, 68—72, 73—77, 78—82, 83—87, 88—90 und 91—92 in der zweiten Arbeit und erhält für sie 10600 Vergleichspunkte mit der Photometric Revision. Diese zerlegt er aber gleich in 9 der Milchstrasse parallele Zonen, deren erste von dem galaktischen Pole der nach HODGRAU angenommen ist bis zu  $20^\circ$  Abstand geht, die zweite von  $20^\circ$  bis  $40^\circ$  Poldistanz usw., sodass in der V Zone mit  $80^\circ$  bis  $100^\circ$  galaktischer Poldistanz die Milchstrasse selbst liegt. Zur bequemen Einordnung der nach *RA* und *Dekl* Graden erhaltenen Abzählungen in diese galaktischen Zonen hat STRICKE am Schluss seiner Arbeit über die *SD* Diagramme gezeichnet, welche den Verlauf der galaktischen Parallelkreise von  $10^\circ$  zu  $10^\circ$  angeben. Die Unterschiede  $\Delta$  im Sinne *BD* — *HR* sind zunächst vorwiegend negativ, was beweist, dass *log*  $\rho$  in der *BD* durchschnittlich grösser als in der *HR* ist, ferner aber zeigt sich ein deutlich ausgeprägter Gang nach der Milchstrasse. STRICKE findet nämlich

Zone	68—67			68—72			73—77		
	$\Delta$	<i>A</i>	<i>r</i>	$\Delta$	<i>A</i>	<i>r</i>	$\Delta$	<i>A</i>	<i>r</i>
VIII — $0^m 120$		8	— $0^m 023$	+ $0^m 188$	11	— $0^m 065$	+ $0^m 121$	15	— $0^m 077$
VII — $0^m 051$		12	21	— $0^m 058$	70	68	— $0^m 029$	89	75
VI — $0^m 010$		141	11	— $0^m 084$	202	56	— $0^m 110$	201	65
V — $0^m 003$		203	09	— $0^m 041$	288	51	— $0^m 027$	341	50
IV — $0^m 010$		171	16	— $0^m 042$	250	58	— $0^m 076$	322	68
III — $0^m 033$		118	22	— $0^m 060$	158	64	— $0^m 079$	212	76
II + $0^m 028$		70	21	— $0^m 068$	99	66	— $0^m 118$	147	79
I + $0^m 075$		28	21	— $0^m 101$	55	66	— $0^m 085$	87	79
Mittel	— $0^m 015$	770		— $0^m 059$	1189		— $0^m 060$	1887	

Zone	73—82			83—87		
	$\Delta$	<i>A</i>	<i>r</i>	$\Delta$	<i>A</i>	<i>r</i>
VIII + $0^m 087$		21	— $0^m 087$	— $0^m 180$	58	— $0^m 156$
VII — $0^m 029$		111	88	— $0^m 101$	159	118
VI — $0^m 109$		217	62	— $0^m 121$	388	109
V — $0^m 017$		389	47	— $0^m 072$	526	079
IV — $0^m 067$		410	68	— $0^m 116$	507	121
III — $0^m 067$		227	81	— $0^m 137$	289	151
II — $0^m 118$		148	89	— $0^m 144$	196	101
I — $0^m 107$		51	91	— $0^m 284$	78	164
Mittel	— $0^m 069$	1599		— $0^m 121$	2191	

Zone	8 <sup>m</sup> 8—9 <sup>m</sup> 0		9 <sup>m</sup> 1—9 <sup>m</sup> 2		8 <sup>m</sup> 8—9 <sup>m</sup> 2		
	$\Delta$	$A$	$\Delta$	$A$	$\Delta$	$A$	$F$
VIII — 0 <sup>m</sup> 281	83		— 0 <sup>m</sup> 387	7	— 0 <sup>m</sup> 286	90	— 0 <sup>m</sup> 270
VII — 0 250	224		— 0 200	42	— 0 242	266	256
VI — 0 220	508		— 0 189	80	— 0 223	588	188
V — 0 128	781		— 0 118	145	— 0 122	876	125
IV — 0 182	678		— 0 154	187	— 0 177	810	204
III — 0 218	406		— 0 214	99	— 0 213	505	261
II — 0 806	258		— 0 841	65	— 0 821	323	280
I — 0 878	80		— 0 890	27	— 0 881	107	285
Mittel — 0 205	2968		— 0 196	602	— 0 208	8565	

Hier steht unter  $\Delta$  die Grössendifferenz, unter  $A$  die Zahl der Steine, während  $F$  gleich zu erläutern ist. Es ist ersichtlich, wie die Zahlen alle gegen die V Zone ein positives Maximum erreichen und überdies haben die Weithe, wenn man von solchen, die auf ganz wenigen Vergleichen beruhen, absieht, einen so gesetzmässigen Verlauf, dass SEFLIGER eine Ausgleichsformel für die Grössendifferenz  $BD - H R$  zu bestimmen unternimmt, in welche als Parameter ein gehen die relative Sterndichtigkeit  $D$  der betz Zone, die in der Milchstrassenzone zu 1 angenommen, und dann in den Zonen I bis VIII successive gesetzt wird zu 0.85, 0.87, 0.45, 0.68, 1.00, 0.77, 0.47, 0.41, ferner das Product aus Grösse und Sterndichtigkeit und endlich die Sterndichte multiplicirt mit den Potenzen des Helligkeitsfaktors  $\gamma$ .

Die Formel, welche die obigen 48 Differenzen ausgleicht, lautet, wenn noch  $\delta = D - 0.7$  gesetzt wird

$$BD - H R = c_m - 0^m 014 \delta - 0^m 048 (\delta^2) + 0^m 0808 \delta^3 \gamma^{m-4.5}$$

worin  $c_m$  der Reihe nach für  $m = 6.5$  bis 9.0 die Weithe — 0<sup>m</sup> 010, — 0<sup>m</sup> 068 — 0<sup>m</sup> 087, — 0<sup>m</sup> 087, — 0<sup>m</sup> 118, — 0<sup>m</sup> 109 hat, oder nach halben Grössenklassen ausgewerthet, es ist für

$$\begin{array}{ll}
 m = 6.5 & BD - H R = -0^m 082 + 0^m 023 D \\
 7.0 & = -0.075 + 0.024 D \\
 7.5 & = -0.092 + 0.035 D \\
 8.0 & = -0.115 + 0.068 D \\
 8.5 & = -0.210 + 0.181 D \\
 9.0 & = -0.872 + 0.246 D
 \end{array}$$

Da  $D$  stets positiv und höchstens = 1 ist, so zeigen sämtliche Darstellungen, dass die Grössenzahlen der  $H R$  zwar immer die der  $BD$  übertreffen, dies aber um so weniger thun, je grösser die Sterndichte der betz Zone ist. Beide Zahlenwerte der Darstellung, sowohl der absolute, wie der Faktor von  $D$  nehmen mit der Grössenzahl zu. Die 48 Werthergebnisse dieser Formeln sind unter der Ueberschrift  $F$  oben neben den direkten Vergleichen mitgetheilt und stellen alle jene, die auf einer grösseren Zahl von Vergleichspunkten beruhen, befriedigend dar.

Zur Vergleichung der Grössenklassen der  $SD$  mit der Photometrie Revision war die Anzahl der Anhaltspunkte viel geringer und SEFLIGER musste sich begnügen, nur 8 Klassen 8<sup>m</sup> 8—7<sup>m</sup> 5, 7<sup>m</sup> 6—8<sup>m</sup> 5, 8<sup>m</sup> 6—9<sup>m</sup> 2 zu bilden, nachdem eine erstmalige Trennung der letzten Klasse in 8<sup>m</sup> 8—9<sup>m</sup> 0 und 9<sup>m</sup> 1—9<sup>m</sup> 2 gezeigt, dass wesentliche Unterschiede nicht zwischen den beiden Theilen derselben beständen. Hier findet sich

Zone		6 <sup>m</sup> 6—7 <sup>m</sup> 5		7 <sup>m</sup> 6—8 <sup>m</sup> 5		8 <sup>m</sup> 6—9 <sup>m</sup> 2	
		$\Delta$	$A$	$\Delta$	$A$	$\Delta$	$A$
IX		-0 <sup>m</sup> 068	88	-0 <sup>m</sup> 268	49	-0 <sup>m</sup> 894	40
"	VIII	-0 088	86	-0 162	97	-0 822	180
"	VII	-0 086	101	-0 114	112	-0 261	132
"	VI	+0 128	91	+0 044	129	-0 110	222
"	V	+0 052	111	-0 062	147	-0 084	276
"	IV	-0 052	107	-0 160	137	-0 241	188
"	III	-0 008	102	-0 110	138	-0 225	284
"	II	+0 021	89	-0 085	46	-0 257	62
Mittel		-0 009	860	-0 099	850	-0 197	1279

Also ist der Einfluss der Milchstrasse wieder sehr deutlich ausgesprochen, indessen ist das Verhalten nicht mehr so symmetrisch, wie bei der  $BD$  und namentlich die Zone VI zeigt Werthe, die sehr viel noch mehr positiv sind als die in Zone V. Um nun auch hier eine Formel zu gewinnen, vereinigt SERRIER die Zonen IV und VI, III und VII, II und VIII, und erhält, indem die relativen Sterndichten der Zonen IX,  $\frac{1}{2}(\text{II} + \text{VIII})$ ,  $\frac{1}{2}(\text{III} + \text{VII})$ ,  $\frac{1}{2}(\text{IV} + \text{VI})$ , V zu 0,46, 0,47, 0,58, 0,75, 1,00 angenommen werden, als Darstellung

$$\begin{aligned} \text{für } 6^m 6-7^m 5 \quad SD - HR &= -0^m 150 + 0^m 214 D \\ \text{" } 7^m 6-8^m 5 & \quad \quad \quad -0 220 + 0 190 D \\ \text{" } 8^m 6-9^m 2 & \quad \quad \quad -0 151 + 0 374 D \end{aligned}$$

Die weit grosseren Faktoren von  $D$  zeigen, dass bei den Helligkeitsschätzungen der  $SD$  die Sterndichte einen weit stärkeren Einfluss gehabt hat, als bei der  $BD$ .

Die 15 Werthe  $A$  dieser Formel neben die entsprechenden  $\Delta$  gesetzt

Zone	6 <sup>m</sup> 6—7 <sup>m</sup> 5		7 <sup>m</sup> 6—8 <sup>m</sup> 5		8 <sup>m</sup> 6—9 <sup>m</sup> 2	
	$\Delta$	$F$	$\Delta$	$F$	$\Delta$	$F$
IX	-0 <sup>m</sup> 068	-0 <sup>m</sup> 052	-0 <sup>m</sup> 268	-0 <sup>m</sup> 139	-0 <sup>m</sup> 894	-0 <sup>m</sup> 282
II und VIII	-0 051	-0 050	-0 137	-0 137	-0 401	-0 278
III " VII	-0 037	-0 036	-0 112	-0 126	-0 238	-0 256
IV " VI	+0 025	+0 011	-0 056	-0 082	-0 170	-0 171
V	+0 052	+0 064	-0 063	-0 033	-0 081	-0 080

zeigen immerhin, dass die Darstellung recht befriedigend ist.

Die beiden Formeln für  $BD - HR$  und  $SD - HR$  erlauben nun, die Beziehungen der beiden Durchmusterungen zu einander ebenfalls als Funktion der Sterndichte zu untersuchen. Man findet in Mittelwerthen für ganze Grössenklassen

$$\begin{aligned} 7^m 0 \quad SD - BD &= -0^m 068 + 0^m 180 D \\ 8^0 & \quad \quad \quad -0 115 + 0 128 D \\ 9^0 & \quad \quad \quad -0 083 + 0 128 D, \end{aligned}$$

da  $+0,8 < D < +1$ , so erreicht  $SD - BD$  in den seltensten Fällen den Betrag einer zehnteiligen Grössenklasse, wobei in den sternarmen Gegenden die  $BD$ , in den sternreichen aber die  $SD$  die höhere Grössenzahl haben würde, und auch diese Untersuchungen ergeben als Nebenresultat die fast völlige Uebereinstimmung der  $SD$  und  $BD$  in der Grössenskala bis  $9^m 0$ .

#### Die Vertheilung der Fixsterne

Die vorstehend besprochenen Untersuchungen befähigen nun SERRIER, dessen erste sich an die beiden Abköhlungen der Durchmusterungen anschliessende

Arbeiten mehr in grossen Zügen die Sternvertheilung betrachten, genauer nach Grössenklassen zu sondern. Der Milchstrassenpol, nach welchem **SILLIGER** dabei die Zonen orientirt hat, ist der **HOUZEAU**sche  $12^{\circ} 49' + 27^{\circ} 80'$  und es scheint von vornherein klar, dass die Sternvertheilung sich um dieselbe Symmetrie ebene anordnet, als das Phänomen der Milchstrasse. Zwei andere Untersuchungen bestätigen dies zwar zunächst nicht. **RISTENPART** hat in seiner öfter citirten Arbeit in den Tafeln der auf gleiche Flächen reducirten Sternzahlen, der Parallelkreise und den Stundenkreisen entlang gehend, für die einzelnen Helligkeitsgrössenklassen die Orte der Punkte grösster Sternzahlen ermittelt und unter der Voraussetzung, dass all diese Punkte auf einem kleinen Kreise, dem Schnitt der als Ebene angenommenen Milchstrasse mit der Sphäre, die die einzelnen Helligkeitsklassen trägt, lägen, den Pol und den sphärischen Radius dieses Kreises bestimmt. Es zeigte sich dabei aber, dass unmöglich alle Maxima auf einem Kreise liegen könnten und ausser einem Kreise, der die grösste Zahl dieser Stellen enthält, musste ein zweiter angenommen werden für den kleineren Theil derselben mit einem stark abweichenden Pol. Diesem Ergebnis würde als räumliche Vorstellung die Thatsache einer gebrochenen Symmetrieebene entsprechen haben. Der Haupttheil derselben schneidet die Sphären, auf denen die Sterne von ganzer zu ganzer, später von halber zu halber Grössenklasse standen, in Kreisen, deren Pol in  $A = 196^{\circ} 68$ ,  $D = +18^{\circ} 67$  lag und deren sphärische Radien sich für die einzelnen Helligkeitsklassen, wie folgt, ergaben

	sphär. Radius	m $\Gamma$		sphär. Radius	m 1
9 <sup>m</sup> 5—9 <sup>m</sup> 1	$90^{\circ} + 0^{\circ} 78$	1 <sup>m</sup> 11	6 <sup>m</sup> 5 — 6 <sup>m</sup> 00	$90^{\circ} + 4^{\circ} 60$	1 <sup>m</sup> 50
9 0—8 6	+ 2 06	0 61	5 00—5 00	+ 5 01	0 70
8 5—8 1	+ 2 46	0 47	4 00—1 00	+ 6 06	2 10
8 0—7 6	+ 1 34	0 86	3 00—3 00	+ 12 38	2 01
7 5—7 1	+ 1 80	1 24	2 00—2 00	+ 8 43	3 70
7 0—6 6	+ 1 48	1 15			

Dass alle sphärischen Radien  $90^{\circ}$  übersteigen, beweist, dass die Sonne zwischen dem Pole und der Hauptebene steht, also nördlich der letzteren, die Ueberschüsse der sphärischen Radien über  $90^{\circ}$  müssen für die helleren Sterne immer grösser werden, denn das von der Sonne auf die Hauptebene gefällte Perpendikel ist ja gleich dem Sinus dieses Ueberschusses mal dem Abstand der Sterne und ergibt sich im Mittel zu dem 0.759fachen der Entfernung der Sterne erster Grösse.

Für den zweiten Theil der Punkte grösster Sternzahlen ergibt sich ein Kreisstück, dessen Pol entweder in  $191^{\circ} 10 + 55^{\circ} 75$  oder in  $191^{\circ} 80 + 38^{\circ} 85$  liegt, je nachdem man die Bedingung, dass das Perpendikel gleich dem Abstand der Sternklasse mal dem Cosinus des sphärischen Radius sein muss, überflüssig oder einführt. Letzterer Pol führt auf sphärische Radien, die um  $4^{\circ}$  bis  $7^{\circ}$  kleiner als  $90^{\circ}$  sind und somit ausagen, dass die Sonne südlich von dieser zweiten Hauptebene liegt. Die Länge des zweiten Perpendikels wird zu 8.78 mal der Entfernung der Sterne erster Grösse oder ungefähr gleich der der Sterne sechster Grösse gefunden.

**PARRY**<sup>1)</sup> hat auf dasselbe Material jedoch mit Zusammenfassung aller Grössenklassen von 6.0 bis 9.5 in eine einzige Tafel der Sternzahlen vom Nordpol bis zu  $-28^{\circ}$  Deklination eine mathematische Darstellung der Sternzahlen durch

<sup>1)</sup> ADALBERT PARRY, Ueber die Gestalt und Lage der Milchstrasse. Aus dem LXIII Bande der Denkschriften der math. naturw. Classe der kais. Akademie der Wissenschaften, Wien 1896.

eine Kugelfunction zweiter Ordnung angewandt unter Ausscheidung der Stellen, die einem zweiten Hauptzweige offenbar angehören. Wenn alle Sternzahlen durch 18348, die Maximalzahl überhaupt (in  $\alpha = 295^\circ$ ,  $\delta = + 22^\circ 5$ ) dividirt werden, findet sich folgende Darstellung

$$\begin{aligned} & 0.4747 - 0.0726 \sin \alpha + 0.1566 (\frac{1}{2} \sin^2 \alpha - \frac{1}{2}) \\ & + [0.0126 \cos \alpha + 0.8513 \sin \delta \cos \delta] \cos \alpha \\ & + [0.0310 \cos \delta - 0.1734 \sin \alpha \cos \delta] \sin \alpha \\ & - 0.1857 \cos^2 \delta \cos 2\alpha - 0.0915 \cos^2 \delta \sin 2\alpha, \end{aligned}$$

die jedoch für verschiedene Parabolkerne, durch Curven dargestellt, dem wahren Verlauf der Sternzahlen nicht ausreichend folgt; es wird wohl der Ort nicht über die Höhe und Tiefe der Maxima und Minima wiedergeben, sodass die Mitnahme von mehr Gliedern angezeigt gewesen wäre. Durch Differentiation nach  $\alpha$  erhält PRIV den Ort der Maximal und Minimalsternzahlen ausgedrückt durch Nullsetzung von

$$- [0.0126 \cos \delta + 0.8513 \sin \delta \cos \delta] \sin \alpha + [0.0310 \cos \delta - 0.1734 \sin \alpha \cos \delta] \cos \alpha + 0.8714 \cos^2 \delta \sin 2\alpha - 0.1890 \cos^2 \delta \cos 2\alpha$$

Die Einführung rechtwinkliger Coordinaten zeigt ihm, dass ein zweischaliges Hyperboloid vorliegt, dessen Schnitte mit der Sphäre die Curven größter und kleinster Stern-dichtigkeit ergeben. Dasselbe ist nahe dem Zeilrill in zwei Ebenen und diese Ebenen schneiden zwei Kreise aus von den Coordinaten

$A$ = Rectascension des Pols	$100^\circ 36$	$108^\circ 55$
$D$ = Deklination des Pols	$17^\circ 90$	$- 16^\circ 22$
$R$ = sphärischer Radius	$91^\circ 33$	$91^\circ 77$

Offenbar entspricht der erste Kreis dem Zuge der größten, der zweite dem Zuge der kleinsten Dichtigkeiten, letzterer interessant also nicht weiter.

Für den zweiten Theil der Maximalsternzahlen, der sofort als nicht dem Hauptzuge angehörig erkannt wurde, hat PRIV nur 11 Punkte und bestimmt den Kreis, der sich ihnen möglichst anschmiegt, in derselben Weise wie RISENFELD aus der Gleichung

$$\sin \delta \sin D + \cos \delta \cos D \cos (\alpha - A) - \cos R = 0$$

Er findet

$$\begin{aligned} A_2 &= 182^\circ 11 \\ D_2 &= 19^\circ 89 \\ R_2 &= 89^\circ 40 \end{aligned}$$

Die beiden Resultate von RISENFELD und PRIV stimmen bezüglich der ersten Hauptebene sehr gut überein, da sie sich in den Coordinaten des Poles nur um  $\Delta A = 2^\circ 78$ , um  $\Delta D = 0^\circ 17$  unterscheiden. Dagegen stimmen die Pole der zweiten Hauptebene recht wenig untereinander ( $\Delta A = 9^\circ 89$ ,  $\Delta D = 19^\circ 16$ ), was an der kleinen Zahl der verschiedenartigen Materialien liegt. Deswegen differiren auch die beiden Untersuchungen über die Lage und Entfernung der Schnittlinie beider Ebenen sehr.

So wunderbar nun auch vielleicht auf den ersten Blick die Ansicht von einer zweifachen Fundamentelebene erscheinen mag, so entspricht sie doch dem tatsächlichen Auftreten von zwei Sternverdichtungen über einen langen Zug der Milchstrasse, wo eine völlig symmetrische Anordnung nur ein Sternzahlenmaximum erzeugen würde. Man braucht nur die Sternzahlen in den RISENFELD'schen Tafeln der schwachen Grössenklassen anzusehen und den Stundenkreisen  $28^\circ 40''$ ,  $0^\circ 20''$  und  $1^\circ 0''$  entlang zu gehen, um in den Deklinationen von ca.  $52\frac{1}{2}^\circ$ — $62\frac{1}{2}^\circ$  die Lücken zwischen zwei deutlichen Maximis zu finden. Es entspricht diesen Stellen nicht etwa eine Grabelung der sichtbaren Milchstrasse, sondern

nur die Durchmusterungsterne nehmen in denselben theil, eine ähnliche Gabelung, die ebenfalls mit der Milchstrasse nichts zu thun hat, bespricht CERRIA auf pag (39) seiner scandagl, wo er die nach R A Stunden abgezählten Sterne der *BD* graphisch darstellt. Schon STRUVE hat in den *études d'astronomie stellaire*, pag (82), den Gedanken einer gebrochenen Fundamentalebene ausgesprochen, beide Theile sollten um  $10^\circ$  gegen einander geneigt sein und ihre Schnitlinie im Himmelsäquator liegen.

Doch handelt es sich aller Wahrscheinlichkeit nach um ein lokales Phänomen, herrührend von einem seitabgelagerten Sternhaufen und nicht um eine allgemeine Anordnung des ganzen Fixsternsystems, denn welche Art von Entstehung man ihm auch zuschreiben möge, keine wird sich angeben lassen, die eine Anordnung um zwei sich schneidende Ebenen zur Folge hätte. Jedenfalls aber dürfte heut zu Tage überhaupt die Berechtigung, die Sternvertheilung als ein Ganzes zu betrachten, bezweifelt werden, da die Ansicht, dass wir es mit vielen ausgedehnten Sternhaufen im Milchstrassensystem zu thun haben, wieder hervortreten beginnt, und keinesfalls dürfte die Annahme mit der Ableitung der Pole der grössten Sternichten zugleich den Pol der Milchstrasse finden zu können auf Zustimmung rechnen, da, wie noch gezeigt werden wird, das Phänomen der Milchstrasse sich nicht auf die Vertheilung der Sterne bis zur 9 Grösse gründet. Die Schwierigkeit, welchen von den oben gefundenen Polen man für eine Anordnung der Sternzahlen nach galaktischen Zonen zum Ausgangspunkte wählen soll, wird sich daher nur so umgehen lassen, dass ein Punkt ungefähr in der Mitte aller dazu zu nehmen ist, auf ein paar Grade kann es ja nicht ankommen bei der Ableitung allgemeiner Resultate, die auf die speciellen Eigentümlichkeiten lokaler Abweichungen nicht eingehen. Der von STRUVE angewandte HOUZEAU'sche Pol der Milchstrasse in  $A = 192^\circ 15'$ ,  $D = 27^\circ 30'$  entspricht aber dieser Bedingung recht nahe und ist daher gut geeignet, auch als Pol für die Untersuchung der Sternvertheilung zu dienen.

Demgemäss bildet SALICRAN neun  $20^\circ$  breite Kugelzonen von diesem Pole aus und bezeichnet sie mit I bis IX, sodass der Nordpol selbst inmitten der ersten, die eine Kalotte ist, liegt, der Äquator dieses Systems, die Milchstrasse, in der fünften. Es ist natürlich nicht möglich, die ungeheure Arbeit der Umrechnung der Äquatoralen Sternörter in galaktische auszuführen, es genügt aber auch, da die Abzählungen nach  $5^\circ$  hohen und  $40''$  breiten Trapezen angestellt sind, die Begrenzungslinien dieser galaktischen Zonen als gebrochene Linien den natürlichen Grenzlinien der Trapeze entlang laufen zu lassen, wobei eine graphische Darstellung der galaktischen Parallelkreise am Schluss von SALICRAN's Abzählungen der *SD* einen bequemen Anhalt bietet.

Die Sternzahlen in den einzelnen Zonen werden dann für die *BD*

	Areal in □ Graden	1—65	66—70	71—75	76—80	81—85	86—90	91—95	teleskop Sterne 66—95
Zone I	1896 7	208 5	177	808	475	992	2116	7881	11899
„ II	2749 8	425 5	359	580	980	2050	4408	16225	24 607
„ III	3654 1	692 0	581	929	1585	3168	7001	27085	40277
„ IV	3548 1	759 0	718	1152	2180	4816	10220	40898	59489
„ V	3559 8	958 0	1039	1509	2977	5988	14017	61556	87075
„ VI	2990 9	783 0	691	1070	1942	4042	9818	39509	56802
„ VII	2076 1	821 5	280	412	889	1890	4386	16384	24 060
„ VIII	669 6	77 5	62	100	210	522	1893	1530	6822
Summe	20626 7	4120	5887	6051	11168	22398	52852	218973	310822



Die neunte, den galaktischen Südpol umschliessende Zone kommt in der nicht vor. Die Anzahl der Quadrigrade, die jede Zone im Bereiche der bedeckt, ist in der zweiten Columnne mit vermerkt.

Dividirt man alle Zahlen durch die zweite Columnne, so erhält man die auf Fläche eines Quadrigrades durchschnittlich in den Zonen stehenden

Sterne	10—65	66—70	71—75	76—80	81—85	86—90	91—95	96—98
I	0 1491	0 1260	0 2202	0 8898	0 7092	1 5128	5 5988	8 5070
II	0 1517	0 1808	0 2109	0 8561	0 7455	1 6012	5 9011	8 9188
III	0 1730	0 1690	0 2542	0 4288	0 8650	1 9108	7 3987	11 0225
IV	0 2189	0 2021	0 8217	0 5114	1 2161	2 8838	11 5255	16 7605
V	0 2707	0 2936	0 4217	0 8111	1 0904	2 9008	17 8920	24 602
VI	0 2188	0 2810	0 3578	0 6493	1 3511	3 1255	19 2100	18 9248
VII	0 1849	0 1952	0 1985	0 1011	0 8810	2 0888	7 8917	11 5892
VIII	0 1157	0 0926	0 1193	0 8186	0 7810	2 0878	0 7652	10 1898

Es zeigt sich also überall in der Milchstrassenzone auch die grösste Zahl Durchmusterungssteine. Die Vertheilung ist aber keineswegs vollkommen metrisch, namentlich die VI Zone ist überall dichter besetzt als die IV rührt mit daher, dass die oben besprochene zweite Hauptebene Parry's und ENPARI in ihren ausgeprägtesten Stellen bei 0° und 50° in die VI Zone

Ferner ist der Ueberschuss der II Zone über die erste nur ein recht geringer, beruhend von der bekannten Thatsache, dass der Milchstrassen durchaus nicht in der steinstärksten Gegend liegt. Die mittlere Zunahme der Zone gegen die nächste findet SEILIGER, indem er die Summe der Stern ten durch die der Zone V dividirt und die Differenz der Quotienten gegen 7 theilt. Das Resultat nennt SEILIGER den Gradienten. Offenbar würde gleichmässiger Vertheilung der Steine in allen Zonen aus diesem Rechnungs ang der Werth 0, bei völliger Sternleere der Zonen, ausser der V aber der th 1 herauskommen. Ersterer Annahme würde eine ganz gleichmässig mit nen erfüllte Kugel, letzterer aber eine ganz flache Scheibe in Richtung Milchstrasse entsprechen. Die Werthe der Gradienten lassen also erkennen weit die Form des Sternsystems von beiden Extremen entfernt ist. Nun on sich die Gradienten

1—65	0 3625
66—70	0 4806
71—75	0 4920
76—80	0 4725
81—85	0 4465
86—90	0 4511
91—95	0 5911
96—98	0 5009

Es zeigt sich also bei den hellsten Steinen der Klasse 1—85 ein hinneigen Kugelform, das immer weniger deutlich bei den schwächsten Steinen wird, erstere tritt noch klarer hervor, wenn SEILIGER die HOUZEAU'schen dem un affneten Auge sichtbaren Steine einer ähnlichen Untersuchung unterwirft, ge nt für die Sterne 1—85 und 4—85 für erstere findet sich der Gradient 75, für letztere 0 1909, und da die ganz hellen Steine wegen ihrer geringen zahl nicht sehr ins Gewicht fallen, ergibt sich hieraus für die dem un affneten Auge sichtbaren Sterne eine starke Annäherung an die gleich ige Vertheilung. Das Gesamtbild des Sternsystems ist aber keineswegs



die HERSCHEL'sche flache Scheibe, sondern ein ziemlich stark abgeplatteten Ellipsoid

Für die Sterne der *SD* findet SEELIGER, indem diesmal die Zone I<sup>1)</sup> die Haupt nicht ins Gebiet der bis zum Aequator erweiterten *SD* hineinreicht, die Sternzahlen

Zone	Area in □ Grad	1—65	66—70	71—75	76—80	81—85	86—90	91—95	96—100	Summe	0 1 100
II	8971	61	65	81	161	287	730	2073	1736	5197	14000
III	14725	901	231	318	601	1221	3008	8559	6110	20288	116000
IV	10417	176	201	290	550	1199	2707	8318	7970	21150	100000
V	9802	194	197	330	598	1178	1058	12189	8930	28209	211000
VI	9806	922	202	269	609	1283	3171	9888	6175	22112	160000
VII	8788	181	186	214	395	898	2001	5897	5015	11701	100000
VIII	11210	175	176	207	409	934	2101	5988	5399	15800	118000
IX	4632	79	68	92	190	368	856	2830	2261	6925	15000
Summe	78896	1265	1276	1828	3518	7601	18633	55565	48896	133580	900000

und demnach die Zahl der Sterne auf dem Quadratgrade

Zone	1—65	66—70	71—75	76—80	81—85	86—90	91—95	96—100	Summe	0 1 100
II	0.164	0.168	0.201	0.418	0.723	1.838	5.220	1.871	13.067	0.5000
III	0.189	0.167	0.288	0.110	0.881	2.018	6.812	1.119	13.771	0.9000
IV	0.169	0.196	0.280	0.587	1.151	2.699	8.009	7.661	20.501	15.0000
V	0.198	0.201	0.837	0.606	1.152	1.136	12.719	9.110	28.779	21.4000
VI	0.228	0.206	0.274	0.611	1.808	3.281	10.081	6.608	22.549	16.0000
VII	0.188	0.161	0.211	0.150	1.005	2.289	6.711	5.710	16.711	12.1000
VIII	0.166	0.167	0.186	0.365	0.888	1.877	5.840	4.816	13.789	10.1000
IX	0.154	0.111	0.197	0.106	0.786	1.828	1.977	4.829	18.817	9.8000

Das Uebergewicht der Milchstrasse ist hier auf den ersten Blick viel geringer, ja in den 8 Helligkeitsklassen 1—65, 66—70 76—80 übertrifft die VI Zone die V an Sterndichtigkeit, dementsprechend fallen auch die Gradienten erheblich kleiner aus als für die *BD*, nämlich

1—65	0.148	86—90	0.168
66—70	0.166	91—95	0.482
71—75	0.814	96—100	0.402
76—80	0.246	91—100	0.449
81—85	0.847	1—100	0.485

SEELIGER hält es indessen für vorrührt, aus diesen kleinen Gradientenzahlen auf eine wesentlich andere Sternvertheilung auf der Südhalbkugel zu schliessen, weil dazu doch erst die Sternabzählungen auch südlich des — 23 Parallels mit herangezogen werden müssten

Nach der Ableitung der ersten allgemeinen Resultate aus den Abzählungen der *BD* und *SD* benutzt SEELIGER seine Feststellungen über die Beziehungen der *BD* Grössen zu den photometrischen Skala ( $\log i = 0.4$ ), um in der Arbeit »Betrachtungen über die räumliche Vertheilung der Fixsterne« die Gestalt des

<sup>1)</sup> SEELIGER nummerirt die Zonen jetzt umgekehrt wie bei der *BD*, hier ist dieselbe Nomenclatur wie bei *BD* eingeführt worden

Für Sternsysteme selbst zu erforschen. Bezeichnet  $A_m$  die Anzahl aller Sterne bis zur Grösse  $m$ , so finden sich in der  $BD$

bis zur Grösse	$A_m$	$\log \alpha$	$\log \alpha_0$
6.5	4120	—	—
7.0	8007	0.289	0.267
7.5	14061	0.245	0.240
8.0	25920	0.254	0.253
8.5	48127	0.281	0.254
9.0	100979	0.222	0.274

$\alpha$  ist  $= \frac{A_m}{A_m - 1}$ , giebt also das Verhältniss der Sterne bis zu einer bestimmten

Grossenklasse zu denen bis zu der eine halbe Klasse helleren an. Die  $\log \alpha$  zeigen nicht unerhebliche Schwankungen, die aber in den  $\log \alpha_0$  bedeutend kleiner geworden sind, nachdem hier die Grenzen der Klassen auf photometrische Grössen umgerechnet sind. Nimmt man als Mittel der  $\log \alpha_0$  0.258, so darf man also allgemein aussprechen, dass die Anzahl der Sterne bis zu einer bestimmten photometrischen halben Klasse sich zu der nächstvorgehenden (nach halben Klassen abgetheilt) wie 1.81 zu 1 verhält während eine gleichförmige Vertheilung  $\log \alpha_0$  zu 0.800, also  $\alpha_0 = 1.995$  ergäbe. Die Anzahl der Sterne nimmt also langsamer mit der Sterngrösse zu, als eine gleichmässige Vertheilung erforderte. Die Sterne sind um die Sonne etwas zu sammengedrängt.

Wenn man aber, anstatt die Gesammtheit der Sternzahlen zu betrachten, nach den bekannten Zonen parallel zur Milchstrasse sondert und gleich auf photometrische Grössen reducirt, so findet sich

Zone	$\log \alpha_1^0$	$\log \alpha_2^0$	$\log \alpha_3^0$	$\log \alpha_4^0$	$\log \alpha_5^0$	$\Sigma$	Mittel
I	0.246	0.248	0.222	0.282	0.269	1.187	0.287
II	245	234	280	289	244	192	258
III	261	241	234	280	250	222	244
IV	267	245	269	251	280	305	261
V	294	242	272	267	300	375	275
VI	265	289	247	257	281	289	258
VII	267	228	269	266	279	272	254
VIII	285	230	268	204	315	342	268
Mittel	0.256	0.289	0.250	0.255	0.274		

Es ist also überall eine deutliche Zunahme der  $\log \alpha_0$  gegen die Milchstrasse zu verzeichnen, wenn man von einzelnen Werthen in der VIII Zone absteht, die nur mit einem kleinen Areal in der  $BD$  vertreten ist und um zufälligkeiten mehr Einfluss gewinnen. Einmal, nämlich für die Sterne 9<sup>m</sup> 0, wird in der Milchstrasse sogar der Werth 0.800 erreicht. Der Umstand, dass nach der Milchstrasse hin die  $\log \alpha_0$  zunehmen, sagt den Satz aus.

Die Verlangsamung der Zunahme der Sternzahlen mit der Grösse tritt um so stärker auf, je grösser die galaktische Breite der betr. Region ist und kommt in der Milchstrasse selbst stellenweise fast zum Stillstand. Die Gegenden, durch welche der Visionsradius streift, werden also mit der Entfernung relativ sternärmer, und zwar um so stärker, je grösser die galaktische Breite ist.

Die  $BD$  Sterne schwächer als 9<sup>m</sup> 0 zeigen ein ähnliches Verhalten und  $\alpha_0$  ist ebenso in der Milchstrasse ein Maximum, wie die analogen Werthe von  $\alpha_0$ .

und  $\alpha_{100}$  für die  $SD$ . Die Sternzahlen auf den Quadratgrad bis zur Grösse 90 beider Durchmusterungen werden für die

Zone	$D$	$BD$	$SD$	$D'$
I	8 06	9 285	—	2 78
II	8 21	280	9 278	8 08
III	8 30	261	256	8 51
IV	8 84	204	171	8 82
V	7 86	125	080	8 17
VI	5 94	188	174	6 07
VII	8 99	256	256	8 71
VIII	8 56	270	278	8 21
IX	8 61	—	282	8 11

Dabei entsprechen über die Grenzgrössen 90 den in der Tabelle unter  $BD$  und  $SD$  gleich mit aufgenommenen photometrischen Grössen und es liegt nahe alles auf die photometrische Grösse 92 zu reduciren, welche ungefähr die Mitte zwischen den vorkommenden halt. Ihut man dies, so stehen auf dem Quadratgrad die unter  $D'$  angegebenen Zahlen von Sternen bis  $9^m 2$ . Die Stern dichtigkeit darf danach in erster Annäherung als eine grade Function der galak tischen Breite angesprochen werden. Werden daher in der obenstehenden Tafel für  $\log \alpha_0$  die symmetrisch zur Milchstrasse gelegenen Zonen zusammengelogen, und führt man in der theoretischen Formel für  $\log \alpha_0$  in den Exponenten noch den Subtrahenden  $\lambda$  um, so lautet dieselbe

$$\log \alpha_0 = \log \left( \frac{A - \frac{1}{2}}{A_m} \right)^{\frac{8-\lambda}{2}} = \log \left( \frac{1}{2} \right)^{\frac{8-\lambda}{2}} = \frac{8-\lambda}{2} \quad 0.2 = \frac{9-\lambda}{10}$$

und es sind die Werthe von  $\log \alpha_0$  und  $\lambda$  die folgenden

Zone	$\log \alpha_0$	$\lambda$
I	0 287	+ 0 68
II und VIII	248	57
III „ VII	218	52
IV „ VI	260	40
V	275	25

Somit hängt  $\lambda$  in erster Näherung nur von der galaktischen Breite ab, es ist zwar wie SEELIGER nachweist, in verschiedenen Gegenden derselben Zone recht verschieden, und namentlich von der Grösse nicht unabhängig, doch genügen für eine allgemeine Betrachtung obige Mittelwerthe.

CALORIA's Abzählungen in der äquatorialen Zone von  $0^\circ$  bis  $6^\circ$  nördlicher De kination, die wohl bis zu den Sternen  $11\frac{1}{2}$  Grösse gehen werden, vertheilt nun SEELIGER zunächst in die einzelnen galaktischen Zonen, weder die erste noch die neunte Zone kommen vor. Das Verhältniss der Zahlen dieser Sterne  $C$  zu den Sternen  $B$  der  $BD$  auf den gleichen Flächen erläutert die folgende Tabelle, in der  $J$  das Areal in Quadratgraden,  $C_1$  und  $B_1$  aber die Anzahlen dieser Sterne auf den Quadratgrad bedeuten

Zone	$C$	$B$	$J$	$C_1$	$B_1$	$b_0$	$\log \frac{C_1}{B_1}$	$\log \frac{C_1}{B_1}$	$\log \left( \frac{C_1}{b_1} \right)_0$
II	27852.5	1280.5	104.4	67.0	8.01	8.20	1.847	1.825	1.886
III	22551.2	989.2	284.6	79.8	8.28	3.80	881	820	415
IV	29468.8	1187.8	264.6	115.7	5.88	5.45	297	327	299
V	41820.2	1688.2	984.6	116.9	6.14	7.18	808	998	816
VI	81705.5	1472.8	284.6	111.1	5.22	5.86	838	273	891
VII	25618.8	1842.8	829.5	77.7	1.07	8.85	281	805	812
VIII	22264.5	1184.5	811.5	70.8	8.77	8.51	274	801	819

Die  $\log \frac{C_1}{B_1}$  konnten vielleicht eine schwache Zunahme gegen die Milchstrasse andeuten, führt man aber statt  $B_1$  die Zahl der  $BD$  Sterne auf den Quadratgrad innerhalb des von den CELORIA Sternen bedeckten Areals, die Zahl  $B_0$  der  $BD$  Sterne pro Quadratgrad innerhalb der betr Zone überhaupt ein, um lokale Unregelmäßigkeiten in der Vertheilung der  $BD$  Sterne besser auszugleichen, so ist in den Zahlen  $\log \frac{C_1}{B_0}$  eine bedeutend größere Gleichmässigkeit eingetreten, und dieselbe wird kaum gestört, wenn in  $\log \left( \frac{C_1}{B_1} \right)$  nun die Zahl der  $BD$  Sterne bis zur photometrischen Classe 0 = 2 pro Quadratgrad wie oben eingesetzt wird. Namentlich die geringe Verschiedenheit der Zahlen in der Columnne  $\log \frac{C_1}{B_0}$  von dem Mittel 1.007 beweist, dass sich im Mittel die CELORIA Sterne in ihrer Vertheilung in Bezug auf die Milchstrasse ebenso verhalten wie die  $BD$  Sterne der ersten 9 Classificationen.

Ganz anders wird aber das Resultat, wenn man die Steinreichungen der beiden HERSCHEL mit hiesiger Bildet man auch hier nach Zonen vertheilt die Anzahlen  $H$  der Sterne pro Quadratgrad und stellt zum Vergleich die der CELORIA Sterne unter  $C$  und der vorigen, der  $BD$  Sterne unter  $D$  aus der Tafel auf Seite 88 wieder zusammen, so folgt

Zone	$H$	$C$	$D$	$\frac{C}{D}$	$\frac{H}{D}$	$\frac{H}{C}$
I	107	—	806	—	950	—
II	151	676	821	209	475	228
III	281	798	880	208	780	351
IV	500	1157	531	217	1019	481
V	2019	1169	736	200	2743	1374
VI	672	1114	591	188	1181	608
VII	261	777	899	195	654	336
VIII	151	708	356	199	488	248
IX	111	—	351	—	810	—

Das Verhältniss  $\frac{C}{D}$  ist, wie schon eben gesagt, nahezu constant für alle Zonen, dagegen ist ein ungeheures Anwachsen der  $\frac{H}{D}$  gegen die Milchstrasse ausgeprägt. Wir erhalten kleinere und übersichtlichere Zahlen, wenn wir statt der  $\frac{H}{D}$  die  $\frac{H}{C}$  betrachten, was gestattet ist, da die Vertheilung der  $D$  und  $C$  die gleiche ist. Während also in den Zonen II und VIII die HERSCHEL'schen Sterne an Zahl die CELORIA Sterne nur um mehr als das doppelte übertreffen, wird es in der Milchstrasse beinahe das 11fache, also 7 mal soviel. In hohen galaktischen Breiten nehmen also die schwächeren Sterne überaus langsam an Zahl zu und man kann sich fast des Gedankens nicht erwehren, dass hier schon CELORIA nahe an die Grenzen des Systems vorgedrungen ist und HERSCHEL nicht mehr viel weiter gehen konnte. Aber auch in der Milchstrasse ist die Zunahme weit geringer als man erwarten sollte, wenn HERSCHEL's Grenzklasse thatsächlich mehrere Grössen tiefer liegt als bei CELORIA.

Um nun zu bestimmten Vorstellungen über die Gestalt der Begrenzung des Sternsystems zu gelangen, entwickelt SEELIGER zunächst ganz allgemein die Formeln, welche zwischen Sterndichtigkeit, Häufigkeit des Vorkommens von Sternen bestimmter Helligkeit und der Anzahl der Sterne bis zu einer gewissen Grösse bestehen, beschränkt sich dann aber auf einfache plausible Annahmen, um zahlenmässige Ergebnisse zu erhalten. Der Ausdruck für die Häufigkeit des Vorkommens von Sternen von der Helligkeit  $H$  in der Entfernung 1,  $\varphi(H)$  werde  $= \frac{1}{H}$ , also der Helligkeit umgekehrt proportional die Sterndichte  $D$  über

$= K r^{-\lambda}$ , wo  $\lambda$  der Werth aus der kleinen Tafel auf pag 88 ist, gesetzt. Ist ferner  $h_m$  die Grösse, welche die hellsten Sterne von der Grösse  $h_0$  annehmen würden, wenn sie aus der Entfernung 1 an die Grenzen des Fixsternsystems versetzt würden, dann findet SEELIGER für die Anzahl aller Sterne bis zur Grösse  $m'$ , wenn  $m' \leq m$  ist also für die Sterne, die heller sind als jene Grenzgrösse

$$A_{m'} = K d \omega \left( \frac{h_0}{h_{m'}} \right)^{\frac{\delta-\lambda}{\delta}} \frac{2}{(\delta-\lambda)(\delta-\lambda)},$$

wenn aber  $m' \geq m$ , also für die allerschwächsten Sterne

$$A_m = K d \omega \left( \frac{h_0}{h_m} \right)^{\frac{\delta-\lambda}{\delta}} \left( \frac{1}{\delta-\lambda} - \frac{1}{\delta-\lambda} \frac{h_m}{h_0} \right),$$

$d \omega$  ist hier ein Flächenelement in der Sphäre.

Setzt man in letzterer Formel  $m = \infty$ , bestimmt also die Zahl aller Sterne überhaupt bis zu den am schwächsten leuchtenden (jedoch mit Ausschluss der dunkeln), so ist  $h_m = 0$  und es wird

$$A_{\infty} = K d \omega \left( \frac{h_0}{h_m} \right)^{\frac{\delta-\lambda}{\delta}} \frac{1}{\delta-\lambda}$$

Um  $K$  zu eliminiren, bestimmen wir

$$\frac{A_m}{A_{m'}} = \frac{1}{2} \left( \frac{h_{m'}}{h_m} \right)^{\frac{\delta-\lambda}{\delta}} \left[ \delta - \lambda - (\delta - \lambda) \frac{h_m}{h_{m'}} \right] \quad \text{und} \quad \frac{A_m}{A_{\infty}} = 1 - \frac{\delta - \lambda}{\delta - \lambda} \frac{h_m}{h_0}$$

Wenn wir nun  $m' = 0$  der photometrischen Skala,  $m$  aber gleich der unbekannten Helligkeit der HERSCHEL'schen Sterne setzen, so ist  $A_m$  und  $A_{m'}$  bekannt, also  $h_m$  dann zu bestimmen, wenn wir noch für  $m$  irgend eine plausible Annahme in der gleichen Skala setzen. SEELIGER macht dafür die vier Annahmen

a)  $18^m 5$ , b)  $14^m 0$ , c)  $14^m 5$ , d)  $15^m 0$ ,  
sodass wir haben für die

Zone		$\lambda$	$A_m$	$A_{m'}$	$\frac{A_m}{A_{\infty}}$			
					a	b	c	d
I u	IX	0.68	88.8		11.58	11.55	11.58	11.51
II „	VIII	0.57	45.4		11.81	11.76	11.78	11.72
III „	VII	0.52	69.7		12.17	12.10	12.08	12.04
IV „	VI	0.40	109.0		12.42	12.38	12.29	12.27
V		0.25	274.8		12.22	12.95	12.86	12.81

$\frac{A_m}{A_{\infty}}$  ist hier aus der Zusammenstellung auf pag 89 entnommen. Für die

Unbekannte  $h_m$  liefert die Gleichung nun die in der Tabelle für die 5 Zonen und die 4 Annahmen getrennten Werthe von  $h_m$  als die Helligkeiten, welche die hellsten Sterne, z. B. Sirius zeigen würden, wenn sie in die Grenzen des Sternsystems versetzt würden, dieselben sind für die 4 Annahmen merkwürdig wenig verschieden. Stehen diese hellsten Sterne ursprünglich im Abstände einer

Sinusweite, so ist nun  $r_1$  der Radiusvektor der Grenzfläche des Sternsystems zu berechnen als

$$\log r_1 = \frac{n+2}{2} - 0.4,$$

wenn die Helligkeit der Siriussterne zu  $-2$  angesetzt wird für die vier Annahmen wären die Radiusvektoren  $r_1$  dann

Zone	I u	IX	520	513	508	508
"	II "	VIII	578	565	557	555
"	III "	VII	682	661	649	648
"	IV "	VI	766	735	721	715
"	V		1108	977	988	916

Die Entfernung des Systems in der Richtung nach dem Pole der Milchstrasse kommt also zu rund 500 in der Richtung der Milchstrasse selbst zu 900 bis 1100 Sinusweiten hinaus

Die zweite obige Formel aber ergibt für die Gesamtzahl aller Sterne, wenn wir gleich für alle Zonen addieren und wenn  $A_s$ , die Zahl der HENSEL'schen Sterne zu 27 Millionen angenommen wird, je nach den 4 Voraussetzungen über  $A_s$

11 8, 32 8, 80 1, 28 9 Millionen

Ueber die Sterndichtigkeiten in den verschiedenen Theilen dieses Sternsystems erhalten wir Auskunft, wenn wir in den Ausdruck für  $A_s$ ,  $K = D r^2$  einsetzen und nach  $D$  auflösen Es resultirt

$$D = \left( \frac{A_s'}{h_0'} \right)^{\frac{2-\lambda}{\lambda}} \frac{A_m'}{d^2} r^{-\lambda} \frac{(d-\lambda)(\delta-\lambda)}{2}$$

Indem wir für  $\frac{A_m'}{d^2}$  die Anzahl der Sterne bis zu  $\theta = 0$  der  $BD$ , für  $\log \frac{A_s'}{h_0'}$  demgemäss - 1 4 setzen, erhalten wir zusammengehörige Werthe von  $r$  und  $D$ , die SCHRÖTER graphisch darstellt, die aber auch aus folgenden von KOBOLD in seinem Refuat in V A G 34 Jahrgang, Heft 3 gegebenen Tabelle übersichtlich hervor gehen. Nennt man die Sterndichtigkeit in der Entfernung  $r$  und in der Richtung nach dem galaktischen Pole  $l$ , so entsprechen die Dichtigkeiten  $D$  der folgenden Tabelle den beigesetzten Entfernungen  $r$ , wobei nach den 4 galaktischen Breiten  $0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ$  unterschieden ist

D	r für die galaktische Breite			
	0°	30°	60°	90°
10	0.07	0.88	0.60	1.00
08	0.18	0.58	1.11	1.41
06	0.51	1.11	1.82	2.22
04	2.58	2.72	3.86	4.18
02	12.95	5.16	6.01	6.50
01	662	59	10	88
0.05	10670	277	182	108

Die Tabelle zeigt, wie rasch in der Richtung nach dem Pol die Dichtigkeit  $\frac{1}{10}$  erreicht wird, während man in der Hauptebene beinahe 100 mal so weit gehen muss. Das ganze Fixsternsystem ist nach diesen Untersuchungen von SCHRÖTER also in grossen Zügen enthalten in einer Rotationsfigur, die ganz roh einem Ellipsoid ähneln würde, dessen kleine Axe etwa halb so gross ist wie die Hauptaxe, die Dichtigkeit in demselben ist aber stark verschieden, und nimmt

in der Hauptebene sehr langsam nach den Polen zu aber sehr rasch ab Die eigentliche Milchstrasse hat damit zunächst nichts zu thun

Neben diesen hochst wichtigen Untersuchungen STRAUSS's, die zum ersten Mal auf der Grundlage wirklicher Beobachtungsergebnisse unsere Anschauung vorwärts führen in den Raum, von der Sphäre weg, zu der sie bislang gehaftet, stützen die Anschauung auch mehrere graphische Darstellungen, obzchon sie auf der Sphäre bleiben Da sind zunächst die Planisphäre SCHIAPARELLI's, die seiner Publikation »Sulla distribuzione apparente delle stelle visibili ad occhio nudo« beigegeben und sie stellen in stereographischer Polarprojection beide Hemisphären dar, und geben in Trapezen, die von  $5^\circ$  zu  $5^\circ$  absteigenden Deklinationen und  $20''$  zu  $20''$  auseinanderliegenden Stundenkreisen begrenzt werden, eistlich die Zahl aller Sterne bis zur Grösse 600 nachdem die Trapeze auf eine Ausdehnung von 100 Quadratgraden reducirt sind Die des Mittel des ungefähr 10 mal übertreffenden Trapeze sind blau gezeichnet, die mehr als 15 Sterne enthaltenden in stärkerem und die 20 und mehr Sterne tragenden in ganz tiefem Blau Der Zug der Milchstrasse tritt auf diese Weise ungenüthert hervor, doch sind in dieser wieder mehrere von einander getrennte Hauptdichtungscentrien ausgeprägt Drei intensive und grösste zieht in der Südhalbkugel von  $13^\circ - 65^\circ$  rückläufig zum Aequator, der in  $5\frac{1}{2}^\circ$  geschnitten wird, und endet in  $3^\circ + 80^\circ$  Die allerdichteste Stelle liegt in  $8' - 45^\circ$  mit 28 Sternen auf 100 Quadratgrade Ein anderer ausgedehnter Streifen grösster Sterndichte läuft dann von  $1' + 55^\circ$  rückläufig nach  $17^\circ 20' + 25^\circ$  mit einem Maximum von 204 Sternen in  $20^\circ 10' + 15^\circ$  Wenn diese aus dem allgemeinen Verlauf der Milchstrasse hervortretenden stärkeren Dichtigkeiten als Repräsentanten von nahen und deshalb ausgedehnten Sternhaufen gedeutet werden können, so würde die Sonne also genau in der Mitte von 2 der grössten derselben SCHIAPARELLI giebt dann auch die bildlichen Darstellungen der Vertheilung der Sterne jeder Grössenklasse von 500—600, 400—500, 300—400, 200—300 (in zwei verschiedenen grossen Trapezabschnitten) und endlich der Sterne bis zur 200 Grösse, natürlich müssen die Trapeze allmählich grösser dabei ausfallen, für die hellsten Sterne ist nur eine Zerfällung nach 8 Oktanten gewählt Die beiden ersten Klassen zeigen noch ungefähr dieselbe Anordnung wie die Gesamtheit, die helleren aber nicht mehr und beweisen damit die noch genauer zu besprechende Existenz eines gesonderten Sternhaufens in unmittelbarer Nähe der Sonne Zum Schluss legt SCHIAPARELLI alle Sterne der Urnommetrie Argentina bis zu  $95^\circ$  Südpolaristanz und  $6^\circ 2'$  in einer gesonderten Darstellung nieder, die wieder den oben bezeichneten Sternhaufen in  $8^\circ - 45^\circ$  offenbart

STRATONOFF hat in seinem Atlas zu den »Etudes sur la structure de l'univers«<sup>1)</sup> diese Darstellungen fortgesetzt für die Sterne der BD und zwar in 9 Karten, deren erste die Sterne  $1^\circ - 6^\circ 0'$  behandelt, dann ist jeder halben Grössenklasse eine Karte gewidmet, und endlich eine für die Darstellung der Sterne  $1^\circ - 9^\circ 0'$  bestimmt Aus allen geht hervor, dass das Minimum der Dichtigkeit nicht im Pole der Milchstrasse<sup>2)</sup> liegt, sondern zwar bei  $16^\circ$ , aber mehr nach dem Aequator zu verschoben, nur für die Sterne  $8^\circ 6' - 9^\circ 0'$  und  $9^\circ 1' - 9^\circ 5'$  ist der Nordpol der Milchstrasse selbst das Dichtigkeitsminimum Die Maxima liegen der Milchstrasse ungefähr entlang, zeigen aber stellenweise nicht unbedeutliche Ab-

<sup>1)</sup> Publications de l'observatoire de Tschikont, N 2 Tschikont 1900

<sup>2)</sup> Dies ist wahrscheinlich dem Zufall zuschreiben dass dort der Sternhaufen Coma Berenices steht



weichungen Die Sternzahlen nehmen von dieser Hauptlinie gegen den Milchstrassenpol nicht gleichförmig ab, sondern für die helleren Klassen der teleskopischen Sterne ist die Gegend des äquatorialen Poles stärker besetzt als die gleichen galaktischen Breiten in der Nähe des Himmelsäquators Dies kann aber ein scheinbares Phänomen sein, welches durch die andersartige Durchmusterung der Polargegenden (vergl Band III, 2 pag 519) entstanden ist Es folgt aber weiter aus diesen graphischen Darstellungen aufs neue, dass das optische Phänomen der Milchstrasse nichts mit der Vertheilung der *BD* Sterne bis  $\theta = 5$  zu thun hat Weder ist die Gabelung der Milchstrasse vom Schwan bis zum Schützen auf den Karten irgendwie angedeutet, noch fallen die breiten und engen Stellen derselben mit solchen des Zuges der Maximumdichtigkeit zusammen, noch liegen die Dichtigkeitsmaxima im allgemeinen auf den Stellen grösster Helligkeit der Milchstrasse Von POULLEAU 21 *points d'éclat maximum*, die auf den Nordhimmel fallen, können für eine solche Coincidenz nur 2 oder 3 in Betracht

Die Karten offenbaren dann aber nicht ein, sondern mehrere Dichtigkeitsmaxima in der Hauptzone, deren Lage unter den Sternen sich gut beurtheilen lässt, da STRALONOFF die helleren Sterne durch rothe Punkte fixirt hat Sieht man von den Karten der hellsten halben Grossenklassen ab, die zu wenig Sterne enthalten, so zeigen die Sterne  $7^m 1-7^m 5$  zunächst dieselbe Condensation zwischen Icyer und Cruxoper, welche auch SCHAFARLLI'S Karten offenbaren, mit dem Hauptmaximum in  $20\frac{1}{2}^\circ + 15^\circ$  Zwei Condensationen von kleinerem Umfange liegen um  $8\frac{1}{2}^\circ + 10^\circ$  im Perseus und um  $5\frac{1}{2}^\circ + 40^\circ$  im Fuhrmann In der Karte der Sterne  $7^m 6-8^m 0$  ist die Hauptcondensation ausgedehnter und künftiger, die zweite ist fast verschwunden, und nur in zwei kleinen Stellen im südlichen Perseus angedeutet, die dritte im Fuhrmann ist ausgedehnter geworden Die Sterne  $8^m 1-8^m 5$  zeigen die Hauptcondensation noch breiter und die Stelle mit umfassend, wo vorher die zweite war, die dritte Condensation hat sich verengert, und eine vierte tritt bei  $7^\circ$  am Aequator auf Die Karte der Sterne  $8^m 6-9^m 0$  zeigt nur 2 Verdichtungen, die grosse von Adler und Icyer bis zur Cruxopea und eine neue grosse, die von Süden heraufkommend, die frühere dritte und vierte mit umfasst vom Einhorn bis zum Fuhrmann Die Sterne  $9^m 1-9^m 5$  zeigen ungefähr dieselbe Vertheilung

Wenn man mehrere auf einander folgende Karten betrachtet so kann man die Erstreckung dieser Condensationen in die Tiefe des Raumes mit der Vorstellung verfolgen Die grosse Verdichtung scheint ihr Centrum in der Entfernung der Sterne  $6^m 0-6^m 5$  zu haben, und ihre Breite nimmt nach den schwächeren Sternen hin wieder ab Die zweite Verdichtung ist in Tiefenvertheilung kleiner, sie geht überhaupt nur von den Sternen  $8^m 5$  bis zu denen  $8^m 8$  Die dritte ist die entfernteste und fängt erst bei den Sternen  $7^m 6-8^m 0$  an und verschmilzt sich dann mit der vierten

So deuten die graphischen Darstellungen STRALONOFF'S darauf hin, dass das Sternenheer aus mehreren grossen Steinhaufen besteht, deren einer sich im Nordhimmel offenbaren, zwischen ihnen liegen verhältnissmässig leere Stellen In und ausser diesen sind noch mehrere kleine Haufen angedeutet, von denen er auf pag 28 in der Anmerkung mehrere aufzählt

**Lineare Masse im Sternsystem und die mittlere Steindichte des Raums**

Die genaue Reducion der *BD* Grassen auf photometrische, welche wir BRELLER haben vornehmen sehen, hat die Folge, dass der mittlere lineare Ab-



stand der Sterne einer beliebigen Grösse angegeben werden kann. Mit Hilfe der photometrischen Constante  $\log \gamma = 0.4$  ergeben sich die Abstände von Sternen von derselben absoluten Leuchtkraft, aber verschiedener scheinbarer Helligkeit in Einheiten der Sterne 1<sup>m</sup> wie folgt:

Ordnung	$\log \gamma$	$r$	$r'$	$\rho$	Millionen Lichtjahre	Billionen Kilometer	Jahrtausende
1	0.0	1.000	1.000	0.0000	1.0813	151.181	10.286
2	0.2	1.585	1.519	0.1262	1.8746	211.76	25.811
3	0.4	2.512	2.371	0.0798	2.5906	287.202	10.908
4	0.6	3.981	3.672	0.0502	4.1058	613.817	61.835
5	0.8	6.810	5.789	0.0317	6.5078	972.935	102.767
6	1.0	10.000	7.976	0.0200	10.212	1511.81	162.86
7	1.2	15.846	10.878	0.0126	16.816	2113.65	258.11
8	1.4	25.119	14.817	0.0080	25.906	3872.02	109.08
9	1.6	39.811	18.788	0.0050	41.058	6139.17	118.85
10	1.8	62.096	23.818	0.0032	65.073	9728.35	102.77
11	2.0	100	29.788	0.0020	103.18	15113.1	162.86
12	2.2	158.489	38.066	0.0013	163.16	21186.5	258.11
13	2.4	251.189	42.878	0.0008	259.06	38720.2	400.8
14	2.6	398.107	50.099	0.0005	410.58	61381.7	618.15
15	2.8	620.957	57.878	0.0003	650.73	97293.5	102.757
16	3.0	1000.000	65.128	0.0002	1031.80	151181	162.86

Die erste Columnne vorstehender Tabelle enthält die photometrische Grösse, auf welche also alle Grössenzahlen vorerst reducirt werden müssen, che man mit ihnen in die Tabelle eingeht, die zweite enthält den  $\log$  der Entfernung des Sterns, der aus der strengen Formel  $\log r = (m - 1) \frac{\log \gamma}{2}$  folgt, die dritte die Radien selbst, in Einheiten der Sterne 1<sup>m</sup>. Die Tabelle ist bis zu den Sternen 16<sup>m</sup> ausgedehnt, weil selbst die schwächsten NEBULÖSEN Sterne, wenngleich ihre photometrische Helligkeit nicht bekannt ist, dann jedenfalls in der Tabelle mit eingeschlossen werden. Es ist bei dieser Entfernungsbestimmung keine Rücksicht genommen auf die ORBISCHES Extinction des Lichtes<sup>1)</sup>, sondern es ist mit SELLWYER angenommen worden, dass diese zweifellos vorhandene Extinction doch so schwach sei, dass sie erst bei Lichtquellen ausserhalb des ganzen Fixsternsystems in Wirksamkeit tritt und diese vielleicht ganz ausbleibt, sodass keine Kunde von Welten ausserhalb des Milchstrassensystems zu uns gelangt<sup>2)</sup>. STRAUVE<sup>3)</sup> hatte bekanntlich für die Constante der Extinction den Werth  $\xi = 0.980851$  angenommen, als den Procentatz der Lichtinheit, welcher nach Durchlaufen der Entfernungseinheit noch übrig bleibt. Mit dieser Annahme und, nur um eine Vorstellung von der sich ungeheuer summierenden Wirkung der Extinction zu geben, die Entfernungen  $r$  der vierten Columnne berechnet, die auch SCHIAPARELLI<sup>4)</sup> hat. Es ist dann die Parallaxe der Sterne 1<sup>m</sup> durchschnittlich zu der runden Zahl von 0.200 angenommen, dies liegt ebenso nahe dem von C. A. F. PETERS ermittelten Werth, wie dem Ergebniss der Unter-

1) ORBISCHES Ueber die Durchsichtigkeit des Weltraums, Werk. I pag. 133

2) SELLWYER, Betrachtungen über die räumliche Vertheilung der Fixsterne, pag. 8

3) Etudes d'astronomie stellare pag. 88

4) Sulla distribuzione apparente, pag. 26

stehungen GYLDÉN's<sup>1)</sup> und aus diesem runden Werth sind dann die Parallaxen der anderen Grössenklassen abgeleitet. Der Parallaxe von 0' 2 entspricht ein Abstand von 1 0818 Millionen Erdbahnradien und daraus folgen in der 6 Columnne die Abstände der Sterne in Halbmessern der Erdbahn. Die astronomische Einheit wird für eine Sonnenparallaxe von 8' 80 zu  $[2\ 1746489] = 149\ 5009$  Millionen Kilometern erhalten, und in der Einheit von Billionen Kilometern sind dann in der 7 Columnne die Sternabstände in unserem Irgenraum ausgedrückt. Das Licht legt im Jahre  $[0\ 37628] = 9\ 4671$  Billionen Kilometer zurück, und so ergeben sich endlich in der 8 Columnne die Zeiten, die das Licht durchschnittlich von dem Sterne einer bestimmten Grösse bis zu uns gebraucht.

Man kann vorzich mit Hilfe dieser Tabelle in alle Entfernungen im Fixsternsystem einen vergleichenden Maassstab legen. Die Grenzen des Milchstrassensystems, die man durch die schwächsten HERSCHEL'schen Sterne als gegeben ansehen darf, würden je nach den STRÖMER'schen Annahmen sehr verschieden weit gesteckt, aber auf höchstens 650 Millionen Lichthahradien und 10000 Lichtjahre von der Sonne kommen.

Wie in diesem Raum die Fixsterne vertheilt sind, das können wir nur von dem innersten Zehntel desselben genauer angeben. Es liegt dabei die Frage nahe, in welchem durchschnittlichen linearen Abstand voneinander zwei Sterne im Weltraum stehen, diese Frage wird aber, um von etwaigen Irrungen in den Annahmen über die Abnahme der Sterndichte mit wachsender Entfernung frei zu sein, am besten nur in den Complex der Sterne 1—6<sup>m</sup> beantwortet, welche ja sehr nahe gleichförmig vertheilt zu sein scheinen. Man kann dies nicht so machen, dass man sich den Raum aus lauter gleichen Tetraedern zusammen gesetzt denkt<sup>2)</sup>, in deren Ecken die Sterne ständen, die dann von allen benachbarten gleichweit entfernt wären, da aneinandergelagte Tetraeder einen Raum nicht völlig zu erfüllen im Stande sind, sondern muss mit STRÖMER<sup>3)</sup> die Wahrscheinlichkeitsrechnung anwenden. Werden dann 6000 Sterne bis 6<sup>m</sup> vorausgesetzt und die Parallaxe der Sterne 6<sup>m</sup> zu 0" 02 angenommen, so ist der durchschnittliche Abstand zweier von diesen 6000 in die Kugel mit dem Radius 10 eingeschlossenen Sternen  $= \frac{1}{20\ 36}$  von diesem Radius also etwa 0.5, halb so gross wie der Abstand der Sterne erster Grösse oder mit anderen Worten durchschnittlich erscheint im Complex der Sterne bis 6<sup>m</sup> jedem Stern sein aller nächster Nachbar 4 Mal so hell wie ein Normalstern, und dieser Nachbarstern hat die Parallaxe 0" 11. Das sind Zahlen, die bei uns für Sirius ungefähr zutreffen.

Denkt man sich nun die Masse dieser 6000 Sterne gleichmässig über den Raum verbreitet, so erhält man die mittlere Dichte, mit der der Weltraum mit Masse erfüllt ist. Wir haben aber Ursache, die mittlere Masse eines Sternes grösser als die Sonnenmasse anzunehmen einmal, weil die meisten Massenbestimmungen, die wir in Doppelsternsystemen von bekannter Parallaxe aus der Umlaufzeit haben schliessen können, uns grössere Massenwerthe als die Sonne kennen gelehrt und dann, weil die Bestimmungen des Helligkeitsverhältnisses der nächsten Fixsterne zur Sonne gezeigt, dass die Leuchtkraft der Fixsterne durchschnittlich grösser sein muss als die der Sonne. Setzen wir also die

<sup>1)</sup> A. N. 8258

<sup>2)</sup> Wie dies GAUSS gethan hat (vergl. Knowledge 1893 Jan., Referat in Himmel und Erde 6 Jahrg., pag. 47)

<sup>3)</sup> A. N. 8279

Masse eines Sternes durchschnittlich zu 10 Sonnenmassen an, so werden 60000 Kugeln von einem Radius von  $15' 59'' 88$ , wenn wir den Lichthalbmessung als Einheit setzen, in einem Raume von einem Radius von  $\frac{2002648}{0.02}$  vertheilt.

Die mittlere Dichte wird also in Einheiten der Sonnendichte

$$\frac{60000 \cdot 15' 59'' 88 (0.02)^3}{2002648^3} = [67110 - 80]$$

und da das spezifische Gewicht der Sonne  $[0.1640] = 1.4814$ , würde die Materie mit einer mittleren Dichte von  $[68950 - 80] = 78510.21$  im Weltraum vertheilt sein. Anschaulicher wird diese unvorstellbar geringe Zahl, wenn man zum Vergleich bemerkt, dass sich dieselbe Dichte ergibt, wenn man die Masse des Wassers eines Würfels von  $2^{10}$  Seitenlänge auf einen Würfel von  $100^{10}$  Kanten vertheilt. Es ist kaum anzunehmen, dass die mittlere Dichtigkeit des kühnen, der die Sterne einschliesst, so klein ist, und wir werden fast zur Annahme dunkler Weltkörper oder ganzer Massen, die dann endlich schon eine gewisse Extinction bewirken müssten, selbst in diesem innersten Theile des Milchstraßensystems getrieben.

#### Der Sonnensternhaufen

Ist nun auch die Sonne das Glied eines Sternhaufens, wie wir denn mehrere auf den Stratonor'schen Karten des Sternsystems zusammengestellt sehen? Der jüngere HERSCHEL hat zuerst in seinen mehrfach citirten „Results of Observations at the Cape of Good Hope“ den Gedanken ausgesprochen, dass auf der südlichen Hemisphäre sich die helleren Sterne um einen Gürtel legen, der nicht mit der Milchstrasse zusammenfällt, und nachdem GOULD denselben in einem kleinen Aufsatz<sup>1)</sup> „On the Number and Distribution of the Bright Fixed Stars“ wieder aufgenommen, begründet er ihn eingehend in der Uranometria Argentina. Danach ist die Sonne zunächst ein Glied eines kleinen, gar nicht so zahlreiche Mitglieder umfassenden Sternhaufens, der vielleicht etwas über 400 Sterne zählen mag, deren mittlere Helligkeit 3.0 oder 3.7 für uns wäre. Die Sonne steht nicht allzufern seiner Mitte, und der Sternhaufen ist nicht kugelförmig, sondern der Milchstrasse ähnlich abgeplattet. Dabei prägt sich für uns auch von ihm ein breiter Ring, der dichter mit Sternen besetzt ist, an der Sphäre aus, und dieser von GOULD im Gegensatz zur Milchstrasse „galactic belt“ genannte Gürtel durchzieht nicht als ein grosser, sondern als kleiner Kreis den Orion, den grossen Hund, die Taube, das Hintertheil und den Kiel des Schiffes, das Kreuz, den Centauren, den Wolf und den Kopf des Scorpions. Er ist dann weniger ausgeprägt im Ophiuchus und Hercules, doch seine Richtung ist auch an der nördlichen Hemisphäre festgelegt durch die hellen Sterne im Stier, dem Perseus, der Cassiopea, dem Cepheus, dem Schwan und der Icyer. Er bildet mit der Milchstrasse einen Winkel von weniger als  $20^\circ$  und schneidet sie im Kreuz und in der Cassiopea. Sein Pol mag zu etwa  $11^\circ 25'$  in R. A. und  $+80^\circ$  in Deklination angenommen werden, der spherische Radius etwa zu  $98'$ . Seine Existenz wird ausser durch den Augenschein auch dadurch bewiesen, dass von den 527 Sternen heller als 4 Grosse nur 806 der Milchstrasse näher als  $80^\circ$  Abstand, 880 aber diesem Gürtel näher als  $80^\circ$  liegen. Zählt man nun die Sterne nördlich und südlich, sowohl der Milchstrasse als des Gürtels ab, so ergibt sich

1) Von 281 Sternen, die weniger als  $80^\circ$  sowohl von der Milchstrasse wie von dem Gürtel entfernt sind, liegen

<sup>1)</sup> Proceedings of the American Association for the Advancement of Science. 1874, pag. 125

140 nördlich	} des Gürtels,	107 nördlich	} der Milchstrasse
141 südlich		174 südlich	

2) Von 885 Sternen, die entweder der Milchstrasse oder dem Gürtel näher als  $80^\circ$  stehen, liegen

179 nördlich	} des Gürtels,	146 nördlich	} der Milchstrasse
176 südlich		209 südlich	

3) Von den 880 Sternen, die dem Gürtel näher als  $80^\circ$  kommen, liegen

162 nördlich	} des Gürtels,	129 nördlich	} der Milchstrasse
168 südlich		201 südlich	

Es ist also die Milchstrasse keine Symmetrieebene für die Sterne heller als 4 Grösse, die zum Theil südlich von ihr liegen, wohl aber theilt der Gürtel in allen 3 Fällen die Zahl der Sterne in nahezu gleiche Theile. Aber dieser Gürtel der helleren Sterne hat auch das mit der Milchstrasse gemein, dass er sich theilt, indem er einen Ast nicht weit von  $\alpha$  Centauri abspaltet, der die hellen Sterne des Schützen und des Schwanzes des Scorpions enthält den Adler und Delphin durchquert und den Hauptzweig in der Andromeda trifft.

SECCHI<sup>1)</sup> berichtet, dass wenn man Tomahaut zum Pole eines grossen Kreises mache, dann die meisten Sterne bis zur 4 Grösse nur unbedeutend von dem Laufe dieses Kreises abweichen und berechnet ihre Abstände von demselben, die nur in wenigen Fällen auf  $45^\circ$  steigen. Der Nordpol dieses Bandes der hellen Sterne käme in  $10^h 45^m$  ( $\pm 80^\circ$ ) zu liegen, also nur in  $\alpha$  etwas abweichend von GOULD's Werth. Freilich braucht SECCHI für die übrigen Sterne heller als 4<sup>m</sup> noch ein zweites Lichtband, dessen Pol ungefähr  $\alpha$  Cephei ist, und er will mehr beschreiben, während GOULD in dem ganzen Complex der hellen Sterne die einheitliche Symmetrieebene sucht.

Hierher gehört auch die Schlussbetrachtung des V Kapitels »On the form of the galactic cluster,« mit welcher PLUMMER seine »Photometric Researches« in Vol IX der Annals of the Astronomical Observatory of Harvard College schliesst. Er theilt zunächst parallel der Milchstrasse die ganze Kugel in 7 Zonen, von ca  $26^\circ$  Höhe, welche er vom Nordpole der Milchstrasse beginnend als Beronican Pol, Beronican Apogalactic, Beronican Perigalactic, Engalactic, Magellanic Perigalactic, Magellanic Apogalactic und Magellanic Pol bezeichnet. Er stellt dann fest, dass die beiden perigalaktischen Zonen an Sternen der ersten 3 Grössenklassen nur minimal reicher sind, als die engalaktische der Milchstrasse, und dass andererseits die beiden Polgenden ebenso reich an Sternen sind, wie die apogalaktischen Zonen. Die helleren Sterne sind also nicht in einem regelmässig mit höheren Breiten dünner besetzten Ellipsoid enthalten. Die Form, welche die Curven gleicher Dichtigkeit in Schnitten senkrecht zur Milchstrasse haben, bestimmt PLUMMER, indem er die mittleren Sterndichten der in HENRICH und BENJAMIN's Atlanten enthaltenen Sterne in einem Würfel von einer der Entfernung der Sterne  $1^m$  entsprechenden Seitenlänge, wie folgt, berechnet.

<sup>1)</sup> Alcune ricerche di astronomia siderale relative specialmente alla distribuzione delle stelle nello spazio, memoria del P. ANGELO SECCHI. Memoria del Nuovo Osservatorio del Collegio Romano 1856—7 Roma 1857.

<sup>2)</sup> Mit Verbesserung eines Lehlers von 12 Stunden bei SECCHI.

	1 <sup>st</sup>	2 <sup>nd</sup>	3 <sup>rd</sup>	4 <sup>th</sup>	5 <sup>th</sup>	6 <sup>th</sup>
Galaktische Pole	0 52	0 28	0 80	0 18	0 80	0 80
Apogalaktische Zonen	0 84	0 42	0 51	0 84	0 32	0 20
Pergalaktische Zonen	0 69	0 54	0 89	0 19	0 40	0 87
Milchstrasse	1 21	0 62	0 60	0 19	0 52	0 87
Radienvektoren	1 27	2 80	4 08	5 81	8 15	12 0

Indem er nun die Dichtigkeiten in ein rechtwinkliges Coordinatensystem einträgt, das in einem Schritte senkrecht zur Milchstrasse die Sonne zum Ausgangspunkte hat, kann er die Curven gleicher Steindichten ziehen, was er mit der Tendenz, möglichst elegante Figuren zu bekommen, thut. Er erhält so eine Schaar kassinoischer Ovale, die auf Tafel III der citirten Annalen abgebildet sind. Sie drängen sich in einer dem Abstand der Sterne & Grösse entsprechenden Entfernung dicht zusammen und zeigen, dass hier die grösste Verdichtung eines Ringes der helleren Sterne liegt, der die Sonne zunächst concentrisch umgibt, ohne sich weit über die Breite der Milchstrasse auszudehnen. Die Sonne liegt von der Ebene dieses Ringes aus nach der Seite der Boreale ebenso wie sie über die Milchstrassenebene nach Norden erhoben ist. Der Umstand, dass die Sonne das Centrum all dieser Ovale bildet, zeigt indes ein wie starken Zwang mit diesen regelmässigen Figuren der Wirklichkeit angethan ist. Nicht darum hat COPERNICUS die Erde als Mittelpunkt der Planetenwelt entthront, damit seine Jünger sie in den Mittelpunkt des Weltalls rücken sollten.

Dass die helleren Sterne lange nicht die gleiche starke Condensation zur Milchstrasse hin zeigen, wie die schwächeren, ergeben auch mehrere elementare Untersuchungen mit den Karten von HIRS und HOUZEAU. Auf den HIRS'schen Karten bedeckt nach GORE<sup>1)</sup> die Milchstrasse 5310 Quadratgrade oder 25 88% des ganzen dargestellten Areal, es fallen aber in ihre Fläche nur 1109 oder 80 7% der dargestellten (dem unbewaffneten Auge sichtbaren) Sterne, also kaum mehr wie eine gleichförmige Vertheilung erwarten liesse. Andererseits giebt PLATZMANN das gesammte Areal der Milchstrasse auf 4189 Quadratgrade oder 0 10155 der Kugel an, danach müssten auf den HOUZEAU'schen Karten von 5719 Sternen 580 76 in der Milchstrasse stehen, GORE<sup>2)</sup> zählt dort 706, also wiederum nur wenig mehr als den Durchschnitt.

Wenn aber wirklich die Sonne zunächst ein Sternhaufen umgibt, der klein ist im Verhältnisse zu dem gesammten Sternenhause, so können sich in der Vertheilung der helleren Sterne gar nicht dieselben Gesetze ausprägen wie für die schwächeren. KOBOLD benutzt in V A G 34 Jahrgang, pag 212 ein vollständiges Verzeichniss aller Sterne bis zur photometrischen Grösse 6 0 über den ganzen Himmel das er sich nach der Harvard Photometry und der Southern Harvard Photometry angelegt, dazu, um dies zahlenmässig klar zu legen zunächst nach halben Sternklassen und nach den 9 SELLWEGER'schen Zonen getrennt, folgende Sternzahlen vorhanden

<sup>1)</sup> Observatory 1889, pag 370

<sup>2)</sup> Observatory 1890, pag 149

Zone	bis 2=	2= 5	5= 0	5= 5	1= 0	1= 5	5= 0	5= 5	Summe	Area in □ Graden
I	1	1	8	0	1	7	27	29	69	1213.9
II	6	1	5	11	16	26	51	90	212	8581.7
III	2	2	11	18	20	24	91	158	349	5187.5
IV	10	7	15	18	47	91	182	241	567	6781.7
V	23	12	28	12	61	109	268	316	859	7163.8 <sup>1)</sup>
VI	11	8	15	28	68	98	178	290	689	6781.7
VII	8	8	10	16	27	60	88	169	376	5187.5
VIII	4	0	3	7	28	36	58	101	235	8581.7
IX	1	1	0	1	8	7	28	34	78	1243.9
Summe	61	38	98	111	281	466	909	1131	3199	11258.0

Damit ergibt sich für die Zahl der Sterne auf 100 Quadratgraden

Zone	bis 2=	2= 5	5= 0	5= 5	1= 0	1= 5	5= 0	5= 5	Summe
I	0.08	0.08	0.91	0.00	0.08	0.56	2.17	2.83	5.55
II	17	11	11	81	0.15	0.73	1.51	2.51	5.92
III	04	01	26	33	0.55	0.62	1.66	2.88	6.86
IV	15	10	22	27	0.70	1.10	1.96	3.63	8.42
V	22	17	39	59	0.85	1.53	3.74	4.41	11.90
VI	21	12	22	42	1.01	1.88	2.57	4.81	10.24
VII	05	05	18	29	0.50	1.09	1.60	3.08	6.85
VIII	11	00	08	20	0.78	1.01	1.48	2.90	6.56
IX	08	08	00	82	0.21	0.56	1.85	2.78	5.87
Mittel	0.16	0.09	0.28	0.07	0.68	1.13	2.20	3.18	8.31

So zeigt sich also wohl am Anwachsen der Sternzahlen gegen die Milchstrasse, bildet man aber SUTLIGER's  $\alpha$ , die  $\frac{A_m}{A_m - 1}$ , so hat man zunächst folgende Tafel der  $A_m$ .

Zone	2=	2= 5	5= 0	5= 5	1= 0	4= 5	5= 0	5= 5
I	1	2	5	5	6	18	10	69
II	6	10	15	26	19	68	122	212
III	2	1	18	36	68	100	191	349
IV	10	17	32	60	97	191	338	567
V	23	35	63	105	166	275	543	859
VI	11	22	37	65	182	226	399	689
VII	8	8	16	32	69	119	207	376
VIII	4	4	7	11	42	78	131	235
IX	1	2	2	6	9	16	29	78
Summe	61	102	195	339	620	1086	1996	3199

Aus derselben mögen der bequemeren Rechnung wegen nur die numerischen Werthe der  $\alpha$  abgeleitet werden

<sup>1)</sup> V A G 34. Jahrg., pag 213 steht nur die Hälfte dieses Werthes

Zone	$\alpha_{35}$	$\alpha_{40}$	$\alpha_{55}$	Mittel	$\alpha_{40}$	$\alpha_{45}$	$\alpha_{50}$	$\alpha_{55}$	Mittel	Gesammt mittel
I	200	180	100	183	120	217	808	172	201	195
II	167	150	172	163	162	162	179	171	169	167
III	200	450	200	288	183	152	191	183	177	228
IV	170	188	166	171	191	197	169	176	181	179
V	152	180	167	166	158	166	197	168	170	168
IV	157	168	176	167	205	170	177	178	181	175
VII	200	267	200	222	181	202	171	182	185	201
VIII	100	175	200	158	200	186	168	179	208	187
IX	200	100	200	200	150	178	241	187	190	191
Mittel	159	191	178	171	185	175	184	170	178	177

KOBOLD hat zunächst die  $\alpha_{35}$  bis  $\alpha_{55}$  und die  $\alpha_{40}$  bis  $\alpha_{55}$  gemittelt, um eine event. Verschiedenheit der hellsten Sterne gegen die schwächeren mit unbewaffnetem Auge sichtbaren zu untersuchen. Eine solche ist stellenweise vorhanden, namentlich in Zone III und VIII doch verschwindet sie in den Mittelzahlen, die für die hellsten Sterne  $\alpha = 174$ , für die anderen 178 sind. Das allgemeine Mittel ist 176, wozu  $\log \alpha = 0.248$  gehört, für die schwächeren Klassen der *BD* fand SEELIGER im Genrilmittel  $\log \alpha = 0.258$ , also besteht nur ein unwesentlicher Unterschied. Jedenfalls liegt  $\log \alpha$  auch für die Sterne heller als  $0^m$  weit unter dem theoretischen Werth 0.8 und der Schluss, dass die Sternzahlen beträchtlich langsamer mit der Sterngrösse zunehmen, als eine gleichförmige Vertheilung und gleiche Leuchtkraft erfordert, gilt auch für die Sterne der ersten 6 Grössenklassen, wie dies aus SCHIAPARELLI's schon erwähnten Untersuchungen ebenfalls hervor geht. Betrachtet man aber den Gang der  $\alpha$  in den 9 Zonen, so zeigt sich nicht das geringste Anwachsen gegen die Milchstrasse und fassen wir nach SEELIGER's Vorgang symmetrische Zonen zusammen, so erhalten wir noch folgendes Tafelchen

Zone	$\alpha_{35}$	$\alpha_{40}$	$\alpha_{55}$	$\alpha_{35}$	$\alpha_{50}$
I u IX	192	197	195	178	
II „ VIII	161	189	177	175	
III „ VII	258	181	212	177	
IV „ VI	169	188	177	182	
V	166	170	168	188	

In den ersten 8 Columnen zeigt sich keineswegs das regelmässige Anwachsen der letzten, die die Ergebnisse SEELIGER's für die *BD* Sterne bis  $9^m 0$  enthält. Es ist also die Abnahme der hellen Sterne mit der Entfernung keine einfache Function der galaktischen Breite. Die helleren Sterne sind nicht dem gleichen Gesetz unterworfen wie die teleskopischen, dass die Abnahme der Sternzahlen mit wachsender Grösse um so rascher erfolgt, je grösser die galaktische Breite ist. Diese Sonderstellung der helleren Sterne verträgt sich gut mit der Annahme, dass ein wesentlicher Theil von ihnen einem die Sonne einschliessenden Sternhaufen angehört, der in sich nicht dieselben Gesetze der Sternvertheilung befolgt, wie das ganze Sternenheer.

Das gleiche Ergebniss findet SEELIGER in seiner Arbeit »Zur Vertheilung der Fixsterne am Himmel«<sup>1)</sup> Zwar die  $\log \alpha_{40}$  und  $\log \alpha_{55}$ , die er aus den Abzählungen der *BD* Sterne  $1-5^m 5$ ,  $1-6^m 0$ ,  $1-6^m 5$  erhält, nachdem die Werthe

<sup>1)</sup> Sitzungsber der k. bayer. Akademie d. Wiss. Bd. XXXIX, Heft III



daraufhin corrigirt und, dass die *BD* Grossen  $5^m 5$ ,  $6^m 0$ , und  $6^m 5$  sich nicht um eine ganze halbe Grösseklasse, sondern um Beträge unterscheiden, die nach galaktischen Zonen verschieden sind, wie dies SELLIERE früher (vergl pag 79) bestimmt hatte, zeigen einen ganz unregelmässigen Verlauf, aus dem eben nur soviel hervorgeht, dass die dadurch betrachtete Reduction auf photometrische Grössen für diese hellen Klassen eben doch nicht genügend herbeige führt ist, und dabei die *BD* Grössen wegen der geringen Zahl der Sterne überhaupt für feinere Untersuchungen nicht geeignet sind SELLIERE nimmt also die Harvard Photometry und zählt hier die Sterne  $1^m - 5^m 5$  und  $1^m - 6^m 0$  ab. Er erhält so nach Zonen

	$1-5^m 5$	$1-6^m 0$	$\log a_{50}$
I	56	109	0 289
II	129	226	0 248
III	181	315	0 240
IV	229	385	0 225
V	311	495	0 198
VI	250	392	0 190
VII	108	188	0 237
VIII	24	44	0 263
Summe	1289	2149	0 222

Die Werthe für  $\log a_{50}$  dürfen noch nicht als definitive gelten, weil die Harvard Photometry in den Sternen bis  $6^m 0$  der photometrischen Skala vielleicht nicht vollständig ist, da ihr Programm die Sterne der *BD* nur bis zur Grösse  $6^m 0$  vollständig bildeten, und die Sterne der  $6^m 1$  und  $6^m 2$  meist, die schwächeren dagegen nur dann aufgenommen wurden, wenn Gründe bestanden, sie für mindestens  $6^m 0$  doch zu halten SELLIERE berechnet nun, wie viele von den nicht in die Harvard Photometry aufgenommenen Sternen  $6^m 1$  und  $6^m 2$  der *BD* noch für  $6^m 0$  oder heller nach der photometrischen Skala gelten dürfen, und findet dann als Gesamtzahl der Sterne bis  $6^m 0$

Zone	$1-6^m 0$	$\log a_{50}$	Zone	$1-6^m 0$	$\log a_{50}$
I	110	0 298	V	522	0 221
II	287	0 261	VI	409	0 214
III	322	0 250	VII	192	0 258
IV	397	0 239	VIII	46	0 288

Hier ist noch deutlicher als in den vorigen  $\log a_{50}$  der Gesetz offenbart, dass nicht eine Zunahme gegen die Zone V stattfindet, sondern eine Abnahme. Dem Sternhaufen, der die Sonne zunächst umgibt, und der eine besondere von der Milchstrasse losgelöste Stellung einnimmt, gehören also die Sterne bis  $6^m 0$  (photom) grösstentheils ebenfalls noch an. Einen weiteren Beweis für die Existenz desselben liefern die Untersuchungen KAPTEYN's über die Vertheilung der Sterne mit E. B. über  $0^h 04$ , die noch ausführlicher zu besprechen sind, da eine starke Eigenbewegung ein sicherer Massstab für die kleine Entfernung eines Sterns ist als grosse Helligkeit und diese starkbewegten Sterne keine Anhäufung in der Ebene der Milchstrasse zeigen, so beweisen auch sie die Sonderstellung eines centralen Sternhaufens.

### Vertheilung der verschiedenen Spectraltypen

Nach den Untersuchungen über die Vertheilung der Sterne überhaupt wenden wir uns zu der von besonderen Klassen von Sternen und beginnen mit den verschiedenen Spectralklassen. Das Hauptmaterial zu allen einschlägigen Betrachtungen



liefert der Draper Catalogue der Harvard Steinwarte, der in Band XXVII ihrer Veröffentlichungen ausführlich mitgeteilt, in Band XXVI aber eingehend besprochen ist. Mit einem photographischen Objectiv, das bei 20 cm Öffnung und 116 cm Brennweite eine Fläche von 10 Quadratgraden ohne merkbare Distorsion auf einmal abzeichnete, wurden von allen Sternen statt punktförmiger Bilder sofort die Spectren erhalten, indem ein Prisma von 8 Zoll im Quadrat mit dem brechenden Winkel von  $18^\circ$  vor das Objectiv gesetzt wurde. So wurde der ganze Himmel bis  $-25^\circ$  Deklination mit Platten bei einer Expositionszeit von 5" bedeckt, nur in den Polgegenden wurde diese verlängert. Die erhaltenen Spectra wurden nach Klassen, die mit dem Buchstaben *A* bis *M* bezeichnet waren, mit folgender Bedeutung<sup>1)</sup> abgetheilt:

- |   |   |  |
|---|---|--|
| erster Typus  | { | A Die Spectra enthalten nur Wasserstofflinien und die Linie <i>K</i> (rein erster Typus)   |
|   |   | B Es treten einzelne andere Linien daneben auf meist in 4028 und 4471 $\mu$                |
|   |   | C Die Wasserstofflinien <i>G</i> und <i>A</i> scheinen doppelt zu sein, sonst wie <i>A</i> |
|   |   | D In Spectren des ersten Typus sind noch breite Banden vorhanden                           |
| zweiter Typus   | { | E Nur die Linien <i>F</i> , <i>H</i> und <i>K</i> sind sichtbar                            |
|   |   | F Ausser <i>F</i> sind noch andere Wasserstofflinien neben <i>H</i> und <i>K</i> vorhanden |
|   |   | G Es treten noch andere Linien hinzu   |
|   |   | H Das Spectrum ist heller für die Strahlen deren Wellenlänge 481 $\mu$ übersteigt          |
|   |   | I Wie <i>H</i> , nur treten noch mehr dunkle Linien auf                                    |
|   |   | K Bei wohldefinierten Spectren der Art <i>H</i> treten noch dunkle Banden auf              |
|   |   | L Andere Varietäten des Typus <i>H</i>   |
| M Dritter Typus Die Strahlen von grösserer Wellenlänge als 4702 $\mu$ erscheinen abrupt schwächer als die von kleinerer Wellenlänge |   |  |

Die erste Untersuchung über die scheinbare Vertheilung der Sterne nach diesen Spectralklassen am Himmel macht PICKERING selbst in Chapter VIII von Vol XXVI. Er lässt die Klassen *A*, *B*, *F*, *M* für sich bestehen, bildet aus *E* und *G* eine fünfte, aus *H*, *J* und *K* eine sechste Klasse, und lässt die übrigen Klassen ausser Betracht, da sie zu wenig Glieder umfassen. Er theilt dann den Himmel zunächst durch die Parallelkreise  $+80^\circ$ ,  $0^\circ$ ,  $-80^\circ$  in 4 gleiche Theile, zieht aber innerhalb der Polcirkeln noch den Parallel von  $61^\circ 2' 7''$ , der ein viertel von der ganzen Calotte um den Pol herum absondert. Die Circumpolarzone wird durch die Stundenkreise  $0^\circ$ ,  $8^\circ$ ,  $16^\circ$  in 3, die Zone zwischen  $80^\circ$  und  $61^\circ 2' 7''$  durch die Stundenkreise, welche, von  $0^\circ$  beginnend,  $2^\circ 40'$  Abstand zwischen sich lassen, in 9, die äquatoralen Gürtel durch die graden Stundenkreise in 12 gleiche Theile getheilt. Der ganze Himmel hat ihrer 48, von denen aber bis zu dem Parallel von  $-80^\circ$  nur 36 in Frage kommen, davon durchschneidet die Milchstrasse 18 Regionen, während die anderen 18 nicht von ihr berührt werden. Die betr. Abzählungen nach halben Helligkeitsklassen getrennt sind in Tabelle XXXVIII bis XLI gegeben. Werden nun alle Sterne mitgenommen, und die 18 Milchstrassenregionen unter der Bezeichnung *M*, die 18 anderen unter der Bezeichnung *N* zusammengezählt, so findet sich

<sup>1)</sup> Annals of Harvard Coll. Vol XXVII, pag 3

Spectraltypus	A	B	I	(L + C)	(H + J + K)	M	übrige	Summe
M	3560	80	650	628	1275	10	18	6251
N	1658	19	480	511	1287	18	9	4094
Summe	5218	99	1080	1271	2762	88	27	10845
M/N	21	12	15	10	10	08	20	15

Werden aber alle Spectra weggelassen, welche unter der  $6\frac{1}{2}$  Grösse liegen, weil bei grosserer Lichtschwäche des Spectrums die Classification oft nicht mehr einwandfrei geschehen kann und namentlich die Klassen A, L und H dann alle zweifelhaften Spectren zugewiesen erhalten so ergibt sich

Spectraltypus	A	B	I	(L + C)	(H + J + K)	M	übrige	Summe
M	1774	72	308	152	458	82	18	2804
N	855	18	205	4	511	26	8	1580
Summe	2629	88	513	288	791	88	16	4384
M/N	21	4.5	15	18	13	12	43	18

Das erste Tafelchen zeigt, dass die Sterne der Klassen A und B in der Milchstrasse ein Uebergewicht von dem 2 resp 4 fachen gegen die höheren galaktischen Breiten haben, die Classe N zeigt noch ein kleines Uebergewicht. Die anderen Spectralklassen indessen sind ohne Rücksicht auf die Milchstrasse angeordnet. Reicht man nun die zahlreichen Spectraltypen PICKERING's in die bekannten 8 grossen VOGEL'schen Klassen, so würden A, B, C und D zur ersten L bis L zur zweiten und M zur dritten Spectralklasse gehören. Die Sonne gehört bekanntlich dem zweiten Spectraltypus an und damit also einer Gruppe von Sternen, welche sich von dem Milchstrassensystem deutlich absondert. Diese Schlüsse werden allerdings durch das zweite Tafelchen etwas zu Gunsten der Milchstrasse verschoben, wenngleich das Uebergewicht derselben für die zweite Klasse ein geringeres bleibt als für die erste, in der dritten Klasse ist aber auch hier kaum eine Rücknahme auf dieselbe zu finden.

Dieselben Verhältnisse illustriert graphisch BORASION<sup>1)</sup>, indem er gleich die Klassen A und B zusammenfasst, LFG und HJK vorläufig getrennt lässt, dann aber zu einer Klasse L bis K vereinigt, M enthält zu wenig Sterne, um graphisch dargestellt zu werden die nichterwähnten Klassen sind ebenfalls zu wenig zahlreich vertreten. Die Darstellung geschieht einmal für alle Grössen zusammen, dann für die Sterne bis zur  $6\frac{1}{2}$ , dann bis zur  $5\frac{1}{2}$  und endlich bis zur  $6\frac{1}{2}$  Grösse. Es zeigen sich dieselben Ergebnisse wie bei PICKERING, nämlich deutliche Maxima der Curven für die Klassen A und B in der Milchstrasse, weniger oder gar nicht ausgesprochene für die anderen 8 Curven. Nur zeigen auf allen 4 graphischen Darstellungen die Sterne des zweiten Spectraltypus ein ausgeprägtes Maximum im Schützen, dessen Deutlichkeit BORASION zu einer schärferen Untersuchung veranlasst. Er sucht 48 der hellsten Sterne der Gruppe heraus, deren Eigenbewegungen er den Greenwich Catalogen, deren Helligkeit er der Harvard Photometry entnimmt. 21 von diesen Sternen haben den Positionswinkel ihrer Eigenbewegung im 8 Quadranten liegen, und davon gehören nur 8 sicher, 2 zweifelhaft dem ersten Spectraltypus an. BORASION glaubt also an die Existenz einer Sternschar vom zweiten Spectraltypus, die hier mit gemeinsamer Bewegung der Sonne entgegengerichtet, er glaubt auch einige der im ersten Quadranten

<sup>1)</sup> Astronomy and Astrophysics, Vol XII 1893, pag 57—73

sich bewegenden Sterne hinzurechnen zu dürfen, indem er ihnen nur so kleine *motus peculiare* anweist, dass die parallaktische Bewegung sie eben ins Gegentheil verkehrt habe, indessen dürfte letzteres bedenklich sein, da wir gewohnt sind, bei Sternsystemen sehr nahe die gleiche Translationsbewegung bei allen Gliedern des Systems anzunehmen. Auch andere Sternsysteme findet **BORAS** an ausgesprochen so in *Cassiopea* und *Camelopardalis*, dann eine Gruppe von 150 schwachen Sternen zwischen *Leo* und *Heracles*. Andererseits zeigt er durch eine Karte der Gegend zwischen  $54^\circ$  und  $61^\circ$  und zwischen  $+15^\circ$  und  $-30^\circ$  Deklination im Einhorn, die von 800 überhaupt spectranalysirt untersuchten Sternen die 45 den Klassen *H*, *J* und *K* angehörenden darstellt, wie diese Sterne eigenthümliche Configurationen bilden, namentlich ein ganz regelmässiges *S*, das von  $+9^\circ$  bis  $-15^\circ$  Deklination reicht. Weitere Sterngruppen findet er unter den 51 Sternen, von denen **VOGEL** die Geschwindigkeit im Visionsradius bestimmt hat, allerdings lässt er auch hier sehr weite Grenzen für die Radialgeschwindigkeiten zu, sodass man sich des Landrucks einer gewissen Willkür nicht erwehren kann.

### Die Vertheilung der bewegten Sterne

**KAPTEYN** hat in einer ausführlichen Publication in den Verhandlungen der Königlich Akademie van Wetenschappen te Amsterdam unter dem 28 Januar 1893 seine Ansichten über die Vertheilung der Sterne mit Eigenbewegung und von verschiedenem Spectraltypus niedergelegt, die er selbst in der englischen Zeitschrift *Knowledge*<sup>1)</sup> übersetzt hat. Um von den Annahmen über die Richtung der Sonnenbewegung, deren Zielpunkt er übrigens in  $\alpha = 276^\circ$ ,  $\delta = +34^\circ$  ansetzt, frei zu sein, betrachtet er ausser dem Gesamtbetrage der *B B*  $\mu$  auch die auf der Richtung nach dem Apex senkrechte Componente derselben  $\tau$ , welche vom *motus parallacticus* offenbar unabhängig ist. Theilt man dann die *B B* nach ihrer Grösse und zählt die Sterne nach Zonen galaktischer Breite ab, so ergeben sich für die beiden Haupttypen folgende Anzahlen berechnet für eine Fläche von je 1000 Quadratgraden.

galaktische Breite	Mittel	0 bis 0' 08		0" 01 bis 0" 05		0" 06 bis 0" 07		0" 08 bis 0" 15		0" 16 u. darüber	
		I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
80° bis 90°	69°	180	149	98	127	85	118	170	188	61	287
50 „ 60	55	198	186	100	118	75	69	149	261	62	192
40 „ 50	45	216	158	81	90	79	64	158	217	64	227
30 „ 40	37	248	195	157	100	111	86	195	195	28	181
20 „ 30	25	481	278	262	141	80	69	198	208	48	204
10 „ 20	15	762	248	206	121	87	75	162	185	10	218
0 „ 10	5	858	486	276	108	120	60	182	150	72	186

Diese Tafel gilt für die ganzen Eigenbewegungen  $\mu$ , aber die aus ihr sofort zu folgernden Schlüsse werden nicht geändert, wenn man nur den Theil  $\tau$  der *B B*, der senkrecht auf der Richtung nach dem Apex steht, in Betracht zieht, für den **KAPTEYN** gleichfalls die Abzählungen mittheilt. Die gezogenen Folgerungen aber lauten:

Nur die schwach bewegten Sterne beider Typen<sup>2)</sup> ( $\mu < 0'' 08$ ) zeigen eine Condensation nach der Milchstrasse. Die stärker bewegten ( $\mu = 0'' 04$  bis  $0'' 05$ )

<sup>1)</sup> *Knowledge*, Vol. XVI, pag. 114—118, nebst Druckfehlerberichtigung pag. 133

<sup>2)</sup> Dies widerlegt die Annahme **PICKERING's** in Vol. XXVI der *Harvard Annals*, welche pag. 103 referirt wurde.

des ersten Typus zeigen dieselbe ebenfalls noch, wenngleich in viel schwächerem Masse, die des zweiten Typus aber nicht mehr. Die noch stärker bewegten Sterne ( $\mu > 0'' 06$ ) zeigen keine Zunahme gegen die Milchstrasse ja stellenweise ist eine gewisse Abnahme bei dem II Typus nicht zu verkennen. Mit der bekannten Thatsache zusammen, dass die scheinbaren Bewegungen der Sterne um so grosser sind, je näher ein Stern ist, beweist dies wiederum die Existenz einer gesonderten Gruppe von Sternen in nächster Umgebung der Sonne, der Sterne beider Typen angehören, doch mit Ueberwiegen des zweiten Typus, wie denn ja auch die Sonne diesen repräsentirt. In grosserer Entfernung (bei den kleinsten E B) aber sind die Sterne des ersten Typus ganz bedeutend zahlreicher vertreten. Da die Sterne, deren Spectraltypus bekannt ist nur den helleren Klassen bis kaum unter die 8 Grösse angehören so untersucht KATZKY ohne Rücksicht auf Spectraltypus die Vertheilung der Grösse der F B bei den Sternen bis zur 9<sup>m</sup>, indem er aus den von BOSS<sup>1)</sup> mitgetheilten L B die wahrscheinliche Zahl aller existierenden berechnet. Er findet dann wenn er die E B trennt in die mittelgrossen von  $0'' 10$  bis  $0'' 20$  jährlich, und die grossen von über  $0'' 20$ , dass

in der galaktischen Breite von	sich finden Sterne mit L B (nach BOSS)		und der Wahrscheinlichkeit nach überhaupt vorhanden sind Sterne mit L B	
	$0'' 10 - 0'' 20$	$> 0'' 20$	$0'' 10 - 0'' 20$	$> 0'' 20$
$55^\circ$ bis $65^\circ$	16	89	76	65
$50$ „ $55$	15	82	71	50
$40$ „ $50$	11	20	73	58
$0$ „ $40$	25	15	72	81

Die für die mittleren F B schwach, für die grossen stark ausgeprägte Abnahme nach der Milchstrasse zu verschwindet für die mittleren F B, wenn man die wahrscheinlichen Zahlen der dritten Columnne betrachtet bleibt aber für die starken L B auch für die wahrscheinlichen Zahlen bestehen. Die Erscheinung könnte reell sein, wie dann aber schwer zu deuten, da wohl eine Unabhängigkeit der Anordnung der Sterne von einer bestimmten Hauptebene, vorstellbar ist, nicht aber ein Grund angebbar scheint, warum gerade in dieser Hauptebene die F B klein, resp die grossen F B weniger zahlreich sein sollten, als zu deren beiden Seiten. Die Erscheinung kann aber auch nur scheinbar sein, und verschwindet, wenn man nur annimmt, dass die Sterngrössen in der Milchstrasse 0.2 Grössenklassen systematisch zu hell gerichtet sind, da dann die E B in eine zu kleine Entfernung versetzt werden, also kleiner erscheinen als sie sind. Bestehen bleibt dann nur die Thatsache von der Unabhängigkeit der Vertheilung der stärker bewegten Sterne von der Milchstrasse.

Die Ansicht STRUVE's, dass gleichhelle Sterne in allen Richtungen gleichweit entfernt seien, die SEELIGER's Untersuchungen schon widerlegt, lässt sich auch in folgender Weise beseitigen. Die Grösse der Sonnenbewegung, rechtwinklig betrachtet, erscheint durchschnittlich

886	Steinen	des I Typus	in $> 10^\circ$ galaktischer Breite	unter dem Winkel von $0'' 0355$
405	„	„ I	„ „ $< 80^\circ$	„ „ „ „ „ „ $0 0250$
449	„	„ II	„ „ $> 40^\circ$	„ „ „ „ „ „ $0 0585$
285	„	„ II	„ „ $< 80^\circ$	„ „ „ „ „ „ $0 0451$

Da die durchschnittliche Helligkeit der benutzten Sterne die gleiche ist, so ist hieraus klar, dass in höheren Breiten die Sterne beider Typen uns durch

<sup>1)</sup> Astronomical Journal, No 200

schnittlich näher stehen, als in der Milchstrasse, dass also eine Tendenz bei der Weltbildung vorlag, in der Hauptebene grossere Kugeln zu formen, und dass andererseits wieder gleichhelle Sterne des zweiten Typus uns näher sind, als die des ersten.

Die Verhältnisse der beiden Sterntypen zu einander aber werden gut illustriert durch eine Abzählung der Sterne gleich grosser  $E\ B$  nach beiden Typen. Bezeichnet  $Q$  das Verhältniss der Zahl der Sterne des zweiten Typus zum ersten, so wird folgende Tafel klar die Auskunft ergeben.

100 p	Mittel	Anzahl der Sterne des		Q
		I Typus	II Typus	
0' — 3"	1" 6	558	321	0.59
4 — 5	4.5	938	150	0.61
6 — 7	6.5	118	101	0.88
8 — 9	8.5	85	90	1.06
10 — 15	12	180	162	1.25
16 — 19	17	29	61	2.1
20 — 29	21	25	86	3.1
30 — 49	37	13	71	5.5
> 50	102	3	58	19.8
Summe 1189			1106	0.93

Wenn wir die zunehmende Grösse der  $E\ B$  als ein sicheres Zeichen der immer kleineren Entfernung der Sterne betrachten, so ist der regelmässige Verlauf der  $Q$  höchst instructiv. Er zeigt uns, dass in grossen Entfernungen (d. h. überhaupt nicht sehr grossen, da es sich um lauter bewegte Sterne handelt) die Sterne des ersten Typus noch doppelt so zahlreich sind, als die des zweiten. Für eine Entfernung, der eine  $E\ B$  von 0" 08 entspricht, haben beide Typen gleichviel Vertreter; in grosserer Nahe überwiegt der zweite Typus und zwar zuletzt kolossal. Ergibt sich daraus mehr als die Nothwendigkeit, die Umgegend der Sonne stärker mit Sternen des II Typus besetzt zu denken, ergibt sich vielleicht der Schluss eines rein aus Sternen des II Typus bestehenden Sternhaufens um die Sonne? Letzteres verneint KAPTEYN. An und für sich sind wir gewohnt die verschiedenen Spectraltypen als Entwicklungsstationen eines und desselben Individuums zu betrachten, die jeder Stern von seiner Geburt bis zum Tode durchlaufen muss, andererseits zeigt aber  $E\ B$  die Gruppe der Hyaden, in welche alle Sterne gleiche und gleichgerichtete  $L\ B$  haben, und die daher unzweifelhaft ein physisches System bilden, Sterne beider Typen durcheinander, wobei es noch besonders merkwürdig ist, dass die hellsten Sterne gerade dem zweiten Typus angehören. Da auch ausgeprägte Sternhaufen wie  $E\ B$  die Präseps-Sterne beider Spectraltypen durcheinander beherbergen, so werden wir blosschliessen, dass von dem Sonnensternhaufen nur bedeutend mehr Glieder des zweiten als dem ersten Typus angehören.

Auch die Frage nach der Vertheilung der bewegten Sterne lässt sich lösen. Betrachtet man die Entfernungen der Sterne einfach umgekehrt proportional der Grösse der  $E\ B$ , so lassen sich die Räume berechnen, welche die Sterne in einer bestimmten Grösse der  $E\ B$  enthalten, und aus der Zahl der Sterne in Dichtigkeit entnehmen. Die folgende Tafel ist so angelegt, dass das die Sterne mit  $E\ B > 1''$  enthaltende Volumen = 1 gesetzt ist, und andererseits die Zahl der Sterne mit  $E\ B$  zwischen 0" 155 und 0" 105 = 10 gesetzt wurde, dann findet sich,

100 $\mu$	Raum	Anzahl der Sterne in der Raumanheit			
		I Typus			II Typus
		bis $\delta = 0$	bis $6^m 5$	bis $9^m 0$	bis $6^m 5$
$9'' 5 - 15'' 5$	898 5	—	07	01	01
$15 5 - 19 5$	183 8	10	10	10	10
$19 5 - 29 5$	85 9	20	19	12	22
$29 5 - 39 5$	82 8	19	15	11	38
$39 5 - 49 5$	70				08
$49 5 - 99 5$	73				119
$> 99 5$	10				392
Zahl der Sterne		18	900	(282)	188

Während also die Sterne des I Typus ziemlich gleichmäßig durch den Raum vertheilt sind, um so gleichmäßiger, je weiter wir die schwachen Sterne berücksichtigen, sind die Sterne des zweiten Typus stark gegen die Sonne zu sammengedrängt. Es ist also nicht eine Sterngruppe, die wir eine Sonderstellung im Gammelmiskenhaare schon mehrfach haben annehmen sehen, welcher auch die Sonne zugehört, sondern ein regulärer Sternhaufen mit ausgeprägter centraler Verdichtung, um den es sich handelt. Und die Sonne steht im dichtesten Theile desselben. Bildet sie etwa das Centrum selbst?

Dies lässt sich nur so untersuchen, dass die Sphäre in verschiedene Abschnitte zerlegt wird, und der Abschnitt herausgesucht wird, der das stärkste Ueberwiegen des zweiten Typus, resp. die grösste Gammelmiskenzahl der Sterne bis  $6^m 5$  zeigt. Denn wenn die Sonne selbst das Centrum bildete, würden alle Theile der Sphäre, soweit sie gleichweitentfernte Sterne tragen, auch gleiche Verhältnisse offenbaren. KAPLIVN untersucht die nachstehend bezeichneten Lapsse, für welche  $Q$  das Verhältniss der Sterne des zweiten zu denen des ersten Typus,  $n$  aber die Sternzahl pro 1000 Quadrigrade bedeutet.

Grenzen in $\delta$	Grenzen in $\alpha$	$Q$	$n$
$- 80^\circ$ bis $- 20^\circ$	$28^\circ 6^m$ bis $24^\circ 53^m$	188	489
	$2 59$ „ $6 12$	082	461
	$6 12$ „ $9 46$	089	487
	$9 46$ „ $11 18$	080	410
	$14 18$ „ $16 51$	071	390
	$16 51$ „ $20 6$	112	406
	$20 0$ „ $28 6$	098	398
	$22 12$ „ $8 29$	148	577
$+ 20^\circ$ bis $+ 60^\circ$	$8 29$ „ $8 15$	090	317
	$8 15$ „ $18 25$	061	427
	$13 25$ „ $17 59$	071	558
	$17 59$ „ $22 42$	107	484
$+ 60^\circ$ bis $+ 90^\circ$	$0 0$ „ $24 0$	164	475

Die Werthe von  $Q$  und  $n$  sind also recht wenig verschieden und schwanken innerhalb sehr enger Grenzen, sodass die Sonne von dem Centrum ihres Sternhaufens nur sehr wenig entfernt sein kann, die grössten Werthe von  $Q$  und von  $n$  finden sich in der Nähe von  $0^\circ$ , eine Ausgleichsrechnung unter dem Gesichtspunkte, dass von dem gesuchten Mittelpunkt gleiche  $Q$  und gleiche  $n$  auch den

selben sphaerischen Abstand haben sollen, liefert KAPTEYN für die Coordinaten desselben

$$\begin{array}{lcl} \text{aus den } Q \text{ die Werthe } A = 0^{\circ} 9 & D = + 21^{\circ} \\ \text{„ „ „ „ „ } A = 28' 8 & D = + 62^{\circ} \\ \text{also im Mittel „ „ } A = 0^{\circ} 0 & D = - 12^{\circ} \end{array}$$

Die galaktische Breite dieses Punktes ist  $- 20^{\circ}$

Die Bestimmung der Richtung nach dem Schwerpunkt des Sternhaufens, aus so grossen Flächen kann natürlich nicht übermässig genau werden. Immerhin stimmt der Weith genügend mit dem von KIRCHENPARI (Verloff der Sternwarte Karlsruhe, Heft IV, pag. 465) abgeleiteten Schwerpunkt nämlich des gegen das Sternsystem der  $BDA = 20\frac{1}{4}$ ,  $D = + 40^{\circ}$  (Entfernung desselben gleich den Sternen  $\delta^{\circ} 9$ ), wenn man erwägt, dass letzterem damals die Bedingung aufgezungen wurde, in der Ebene der Milchstrasse zu liegen. Die KAPTEYNsche Annahme, welche das Centrum des Sonnensternhaufens in die Cassiopei verlegen würde, stimmt nach ihm auch mit der Thatsache, dass die Milchstrasse in ihren südlichen Partien am glänzender ist denn wir würden ja dann denselben nahe stehen, wenn wir vom Schwerpunkt nach Süden, dieser von uns nach Norden liegt. Andererseits bedeutet die südliche galaktische Breite des Schwerpunktes von der Sonne aus gesehen, eine reelle Erhebung der Sonne nach Norden über die Milchstrassenebene, woraus die oben mehrfach hervorgehobene Erscheinung der Milchstrasse als eines kleinen Kreises mit über  $90^{\circ}$  Nordpoldistanz folgt. Allerdings sind solche Schlüsse von dem Sonnensternhaufen, für den wir eine gesonderte Stellung beanspruchen, auf die Erscheinungen der ganzen Milchstrasse nur sehr bedingt zulässig.

KAPTEYN zeigt noch, dass gleich grosse  $E B$  bei beiden Spectraltypen auf gleiche Entfernung hinweist, unter anderem, indem er die Sterne mit bekannter Parallaxe nach beiden Sterntypen trennt. Es haben nämlich im Mittel

7 Sterne des I Typus die Grösse 28 die  $E B$   $1'' 60$ , die Parallaxe  $0'' 139$   
 19 „ „ II „ „ „ 89 „ „ 164 „ „ 0.137,

sodass kein Unterschied der Parallaxen für diese gleichstark bewegten Sterne verbürgt erscheint. Dagegen entsprechen gleichen Grössen bei den Sternen des zweiten Typus bedeutend grössere  $E B$ . Leitet man aus den Sternen einer bestimmten Grössenklasse die Grösse der Sonnenbewegung ab und trennt nach Spectraltypen, so findet sich

Grösse	Typus I	Typus II	II I
28	0.105	0.812	30
38	064	145	28
48	084	100	29
58	081	092	30
68	097	067	25
		Mittel	27

Die Sterne des II Typus sehen also bei gleicher Helligkeit die Sonnenbewegung etwa 27 mal so gross als die des ersten, sind also 27 mal näher. Die Leuchtkraft der Sterne des ersten Typus ist demnach durchschnittlich  $(27)^2$  mal oder 729 mal so gross als die der Sterne des zweiten Typus. Da  $\log 729 = 0.863$  ist, so ist von 2 gleichweit entfernten Sternen beider Typen, der des zweiten durchschnittlich 21 bis 22 Grössenklassen schwächer als der des ersten.

Diesem Umstande, dass ein Stern vom ersten Typus (ein Siriusstern) durchschnittlich 7 mal so hell leuchtet, als ein solcher des zweiten Typus (ein Sonnen-



stern), schreibt MONCK<sup>1)</sup> es zu dass in der Milchstrasse die Siriussterne so ausserordentlich überwiegen<sup>2)</sup> Im Fernrohr, welches 2 B bis zu 12 Sterngrösse in den Raum vordringt, sieht in grossen galaktischen Breiten, wo es die Grenze des Sternsystems erreicht, unter den Steinen 19 Grösse keinen Siriusstern mehr, da die entferntesten derselben um 2 Grösseklassen heller sind, also 10 Grösse erscheinen, unter den schwächsten Steinen in hohen Breiten werden also die Sonnensterne überwiegen In der Milchstrasse aber werden neben den Sonnensteinen 12 Grösse auch jene Siriussterne als 12 Grösse erscheinen, welche in Wahrheit in der Entfernung der Sonnensterne 14 Grösse stehen, also in Zahl bei gleicher Vertheilung die Sonnensterne um das 16 fache übertreffen Dabei also, dass das Fernrohr die Sonnensterne, die in gleicher Entfernung wie die schwächsten Siriussterne stehen überhaupt nicht mehr sieht, führt der ungeheure Reichthum der Milchstrasse an Sternen des I Typus, daher auch das rein weisse Licht, welches uns der Anblick der Milchstrasse bietet MONCK hat in verschiedenen Aufsätzen in *Astronomy and Astrophysics* und auch in *Knowledge*, Juni 1893, über die Beziehungen zwischen Steintypus und I B Untersuchungen mitgetheilt, er neigt stellenweise dazu, bei den Siriussteinen wirklich grosse *motus peculiaris* zu vermuthen, widerlegt dies aber selbst, indem er die 51 Steine von denen VOGL die Geschwindigkeiten in der Gesichtslinie bestimmt hat nach Typen sondert<sup>3)</sup>, für 27 Sterne des ersten Typus ist die mittlere Radialgeschwindigkeit 10,8, für 20 des zweiten Typus 10,9 km also völlig gleich Und trotz des kleinen Materials überzeugen diese Translationsgeschwindigkeiten, welche nicht so wie die seitlichen mittels der unbekannten Entfernung auf linearer Maass reducirt werden müssen uns davon dass das Alter der Oberfläche eines Steins, das durch seinen Spectraltypus repräsentirt wird, auf seine räumliche Bewegung ohne Einfluss ist Es ist aber hier nicht der Ort, näher auf die MONCK'schen Arbeiten einzugehen, da er nicht so allgemeine Schlüsse über Sternvertheilung wie KAPILYN daraus gezogen hat und diese allein hier interessant

Auch die Vertheilung der Sterne nach Spectralklassen führt STRATONORT's Atlas in Tafel 10 und 11 dem Auge vor, nachdem er im Appendix III seiner *Etudes* die Abtheilungen der Typen nach seinen Trapezen gegeben, deren Nummerierung leider völlig unübersichtlich ist Die 10 Karte zeigt, dass die Sterne des ersten Typus sich zwar wie bekannt der Milchstrasse entlang anordnen, dass aber verschiedene Verdichtungen auftreten, eine in Schwan und Leier, dann eine zweite Spirale um den Weltpol, also 20° nördlich der Milchstrasse (siehe aber unten), die sich dann zur Cassiopei nach Süden zieht, und von da weiter zum Perseus bis hin zu den Pleiaden, eine dritte Verdichtung am Nordhimmel liegt dann bei 6° und geht in der Oriongegend über den Aequator herunter STRATONORT's 11 Karte, welche die zweite Spectralklasse berücksichtigt zeigt sofort, dass die Milchstrasse hier gar nichts mit diesen Sternen zu thun hat Es ist vielmehr in grossen Zügen eine Anordnung vorhanden, die in den Weltpol das Maximum dieser Steine legt, deren Zahl mit der Deklination abnimmt Dies kann natürlich kaum der Wirklichkeit entsprechen, und rührt daher, dass

<sup>1)</sup> *Astronomy and Astrophysics*, Vol XI, 1892 pag 89

<sup>2)</sup> Nur im Sonnensystemen Schilde überwiegen die Sonnensterne bedeutend, gerade in der Stelle wo der Ring der hellen Sterne eine Verdoppelung zeigt die vielleicht nicht physikalisch ist, sondern nur durch die grosse Nähe dieses Ringes bei der Sonne vorgetäuscht wird

<sup>3)</sup> *Astronomy and Astrophysics*, Vol XI 1892 pag. 200

PICKERING in der Nähe des Poles 10—15<sup>m</sup> lang exponierte, in niedrigeren 120  
 kinationen aber nur 5<sup>m</sup> lang. Er erhielt also in der Nähe des Pols die Spectra  
 von viel schwächeren Sternen mit also viel mehr Spectra als in kleineren 120  
 kinationen. Es ist daher eigentlich unzulässig, die Vertheilung der Gesamtzahl  
 aller Spectren des Draper Catalogues zu betrachten (also auch nicht für die 120  
 Spectralklasse), sondern man muss wie BORSATION nach den Helligkeiten sondern  
 Das Vorhandensein dieses systematischen Fehlers wird offenbar, wenn man die  
 Vertheilung der Sterne in den 4 PICKERING'schen Zonen betrachtet und die Zahl  
 der Spectra in der Polarzone dabei gleich 10 setzt, dann sind vorhanden

$\delta$	bis zur Grösse 5 $\frac{1}{2}$	bis zur Grösse 5 $\frac{1}{2}$	bis zur Grösse 6 $\frac{1}{2}$	überhaupt
+ 60° bis 90°	10	10	10	10
+ 30 „ 60	18	15	11	5
0 „ 30	18	15	11	3
— 30 „ 0	17	20	11	8

Für die Sterne bis 5 $\frac{1}{2}$  und 6 $\frac{1}{2}$  Grösse sehen wir also ein Zunehmen gegen  
 den Aequator, für die Sterne bis 6 $\frac{1}{2}$  Grösse sind überall gleich viel Spectren  
 vorhanden, und nur die Gerinntheit zeigt die starke Zunahme gegen den Pol,  
 ein deutlicher Beweis, dass die durch längere Expositionen am Pol hinzu  
 gewonnenen ganz schwachen Spectra das Uebergewicht dort veranlassen, welches  
 eine scheinbare kolossale Anhäufung der II (und der I) Spectralklasse um  
 den Weltpol erzeugt. Schon vor davon ab, so offenbart die STRATONOFF'sche  
 Karte reelle Anhäufungen der Sterne des II Typus bei 18° + 15° zwischen  
 Leier und Herkules, bei 9° + 15°, bei  $\alpha$  und  $\iota$  des grossen Bären gegen den  
 Krebs hin, gleich einer Insel ragen ferner die Hynden, wie oben besprochen,  
 überwiegend als Vertreter des II Typus aus leerer Umgebung auf. Eine  
 weitere Verdichtung zeigt die Cassiopea.

Ueber die Vertheilung der rothen Sterne nach dem Cataloge von BIRNING  
 ham<sup>1)</sup>, wenigstens der nördlichen, berichtet DOBERCK kurz in A N 2981. Nach  
 ihm stehen von 7 rothen Sternen 4 in oder dicht bei der Milchstrasse, doch  
 sind einzelne Gegenden ausserhalb derselben reicher an rothen Sternen, so  
 die nördliche Krone, der Pegasus und der nördliche Theil der Jungfrau. An  
 andern Stellen fehlen die rothen Sterne ganz, besonders da, wo überhaupt die  
 hellen Sterne selten sind. Da die rothen Sterne schwächer leuchten als die  
 ungefärbten Sterne der gleichen Grösse, so können wir wohl überhaupt erst die  
 uns nächsten derselben.

Eine besondere Frage nehmen die WOLFFRAVIER'schen Sterne ein, genannt  
 nach ihren Entdeckern, die 1867 die 8 ersten im Schwanz fanden. Sie sind von  
 den übrigen Spectraltypen verschieden durch das Auftreten von hellen Banden,  
 stellenweise haben sie auch helle Banden und Linien über einem continuirlichen  
 Spectrum. CAMPBELL bespricht in einer Monographie in Astronomy and Astro-  
 physics Vol XIII 1894, pag 448 ff die bis dahin entdeckten 55 Sterne dieses  
 Typus und giebt ausser ihren Äquatorenden, auch ihre galaktischen Coordinaten  
 an. Die galaktische Breite ist bei allen ausserordentlich klein und bleibt unter  
 8°, mit Ausnahme eines einzigen der 17 $\frac{1}{2}$ ° hat. Eine graphische Darstellung  
 der 54 übrigen auf pag 450 zeigt aber ausserdem, dass die Sterne die London-  
 haben, sich in der Milchstrasse zu Gruppen zusammenzudrängen, die Grösse  
 liegt in der Länge 255° unweit  $\eta$  Argus, der aber nicht hinzugehört, die zweit

<sup>1)</sup> Transactions of the Royal Irish Academy Vol XXVI, 1877

grösste in  $45^\circ$  im Schwanz, andererseits sind die galaktischen Längen von  $106^\circ$  bis  $202^\circ$  und von  $317^\circ$  bis  $32^\circ$  ganz frei von solchen Sternen, ob in Wirklichkeit oder nur mangels ihrer vollständigen Kenntniss, muss die Zukunft lehren.

Dass die neuen Sterne alle unfern der Milchstrasse liegen, ist eine sehr bekannte Thatsache. Sie ist ausführlich kritisch behandelt von SEELIGER<sup>1)</sup>, der zunächst die 15 bis 1898 erschienenen Novae nach ihren Coordinaten und der galaktischen Breite auführt. Hinzuzufügen wäre wohl die Nova Sagittae vom 26., 27., 29. Juli 1783, welche von DAGELE als No 5057—58 seines Catalogs beobachtet ist mit einer galaktischen Breite von  $+0^\circ 6'$ . Feinel kommt hinzu die Nova Persei 1901, aus deren

$$\alpha = 8^h 21^m 28^s.1$$

$$\delta = +43^\circ 38' 0''$$

mit dem von SEELIGER sonst verwandten HOUZEAU'schen Pole die Breite  $-10^\circ 7'$  folgt. Mit diesen beiden wird die mittlere Breite aller 17 Sterne  $11^\circ 5'$ . SEELIGER zeigt nun erstens, dass, wenn die neuen Sterne aus ganz beliebigen Gründen irgendwo auftreten, dass dann nach seinen Untersuchungen über die Vertheilung der Sterne im Räume, 62.75% aller dieser Vorgänge sich in der galaktischen Zone V abspielen müssen, wenn die schwächsten HERSCHEL'schen Sterne die Grösse 18.5 haben, aber 55.67%, wenn diesen Sternen die Grösse 14.5 zukommt. Die mittlere galaktische Breite der neuen Sterne würde sich dann aus einer sehr grossen Zahl derselben unter der ersten Annahme zu  $18^\circ 0'$ , unter der zweiten zu  $15^\circ 6'$  ergeben. Sind aber die neuen Sterne das Ergebniss irgend eines Zusammenstosses, also einer Bewegungserscheinung, so ist die Häufigkeit ihres Auftretens nicht von der ersten, sondern etwa der zweiten Polarität der Sternendichte abhängig, und es ergiebt sich unter der Annahme ganz zufälliger Vertheilung und Bewegungsrichtung gleich grosser Weltkörper, dass der Wahrscheinlichkeit nach in die galaktische Zone V 75% resp. 80.1% all dieser Zusammenstösse fallen müssten und die mittlere galaktische Breite der Orte dieser Collisionen würde resp.  $102^\circ$  und  $114^\circ$  sein. Wenn nun aber das Phänomen der neuen Sterne, wie es wohl wahrscheinlich ist, erzeugt wird durch das Eindringen dunkler oder schwachleuchtender Körper in grosse kosmische Staub- oder Gaswolken, so wäre einerseits die absolute Wahrscheinlichkeit für das Entstehen neuer Sterne erhöht, andererseits würde für die Milchstrasse, in deren Windungen wir doch mannigfach noch ausgedehnte Gasmassen vermuthen, die relative Wahrscheinlichkeit noch höher und die mittlere galaktische Breite noch kleiner. Immerhin sind aber auch die Zahlen der zweiten Hypothese schon nahe genug den beobachteten Werthen.

### Die Vertheilung der Nebelflecke und Sternhaufen

Die Untersuchung der Vertheilung der Nebelflecke leidet in noch höherem Grade, als die der Specialklassen an der Ungleichförmigkeit der Bekanntheit mit dem Material. Am nördlichen Himmel ist es mehr Sache des Zufalls, welche Gegenden eingehender und welche oberflächlicher nach Nebeln durchsucht sind, am Südhimmel aber sind namentlich die höheren südlichen Breiten noch keiner ausgedehnten systematischen Aufsuchung von Nebelflecken unterworfen worden. Es ist ausserdem sehr schwierig, wenn gleich nicht unmöglich, die Nebelflecken nach Grössenklassen abzusondern, jedenfalls ist es noch nicht oder noch nicht genügend geschehen. Dennoch ist es eigentlich nicht zu um-

<sup>1)</sup> Bemerkungen über die neuen Sterne A. N. 3598

gehen, die Vertheilung der so verschiedenartigen Objecte die in diese <sup>10-40</sup> Klasse gehören, nach Unterabtheilungen getrennt zu untersuchen, und <sup>12</sup> ist bei der Eintheilung nicht jede Willkür zu vermeiden. Das Grundgesetz, dass die Nebelflecke im Gegensatz zu den Sternen nicht nach der Milchstrasse hin zunehmen, sondern doorthin sogar ungewöhnlich stark abnehmen, war schon dem ersten systematischen Beobachter dieser Gruppe von Wesen des Weltalls, dem älteren HERSCHTEL, nicht unbekannt geblieben. Sein Sohn benutzte die Vollständigkeit der Nebelliste welche seine Caprise gereizt, um die Frage eingehender zu untersuchen. Auf pag 133 der »Results of Astronomical Observations made during the years 1834 5, 6, 7, 8 at the Cape of good Hope, By Sir John F W HERSCHTEL, London 1817« sind die Nebel zunächst des nördlichen Catalogs nach Rectascensionsstunden abgetheilt, wobei das Ueberwiegen der Stunden 14 und besonders 18 in die Augen fällt. Die Vertheilung der Nebel über den ganzen Himmel zeigt die Platte XI am Ende des Werkes, wo die Kugel abgebildet ist auf zwei Kreise und in die durch die Stundenkreise der ganzen Stunden und die je 15° entfernten Parallelkreise entstehenden Liapere die Gesamtanzahl der Nebel eingeschrieben ist. HERSCHTEL constatirt 2 Hauptregionen der Nebelflecke, erstlich die des Nordpols der Milchstrasse in den Sternbildern der grossen und kleinen Löwen, der Jagdhunde, des Herkules der Boie und der Jungfrau nebst den angrenzenden Parthien der diese einschliessenden Sternbilder, doch sind in dieser mehrere Hauptnebelcentren oder Nebelnester alle in 13° und in - 3° bis + 10°, in + 12° bis + 18° und in + 28° bis + 31° vorhanden. Die zweite Region um den Südpol der Milchstrasse ist weniger reich. HERSCHTEL beschreibt sie nur bis zum Aequator, wo sie die Andromeda, den Pegasus und namentlich die Fische ausfüllt. Zwischen dieser Region der Fische und der andern der Jungfrau ist eine fast völlig leere Stelle. Und nur noch in zwei andern Punkten treten die Nebel gehäuft auf, in der grossen und kleinen Capwolke (auch Magellanische Wolken genannt). Diese beiden Wolken liegen wie losgelöste Stücke der Milchstrasse freilich in ziemlicher Entfernung von dieser, die kleinere in 0° 28' bis 14 15' und - 72° bis - 75°, die grössere in 44 40' bis 54 0' und - 66° bis - 72°. Beide sind sehr reich in Nebeln, die grosse sogar reicher als die Regio Virginis. Im Gegensatz zu den Nebelflecken stehen die Sternhaufen fast ausschliesslich in geringen galaktischen Breiten.

J HERSCHTEL hatte für diese Untersuchungen 8812 Objecte zur Verfügung, die ihm der 18 1/2-öllige Reflector zu Slough und Feldhausen gewährt, als er dann aber 1864 seinen »General Catalogue of Nebulae and Clusters of Stars« mit 3070 Nummern herausgegeben hatte, verlor er das CLEVELAND ABST<sup>1)</sup> die Vertheilung dieser grösseren Schaar von Objecten mit entsprechenden Unterabtheilungen zu untersuchen und zwar eingetheilt in 1) Sternhaufen, 2) globulare, d. h. kugelförmig begrenzte Haufen, 3) jene globularen Sternhaufen, welche HERSCHTEL mit I, II oder III bezeichnet hat, um den verschiedenen Grad ihrer Auflösbarkeit anzuzeigen, 4) auflösbare Nebel, 5) die unauflösbaren Nebel, von welchen er zum Schluss noch eine 6. Klasse, die planetarischen Nebel absondert. Eine ausführliche Tafel, mit Argumenten, die von 10° zu 10° in Poldistanz und 80° zu 80° in Rectascension fortschreiten und in welche die Contouren der 10° breit angenommenen Milchstrasse, sowie der beiden Wolken eingetragen sind, enthält die Zahlen der Glieder der 5 + 6 Klasse. Unter der Annahme einer 80° breiten Milchstrasse aber giebt folgende Tafel eine allgemeine Uebersicht

<sup>1)</sup> On the distribution of the Nebulae in Space Monthly Notices Vol XXVII, pag 257 ff

	Flächen	Sternhaufen	Glob. Sternh.	„ „ „	auflösb. Nebel	unauflösb. Nebel	Planetar. Nebel	Summen
nördl. der Milchstrasse	15	20	8	12	246	2206	9	2496
in der „	8	431	14	29	85	284	21	767
südl. der „	11	26	11	16	75	1295	4	1425
grosse Capwolke	1½	52	0	14	86	248	—	850
kleine Capwolke	½	3	8	0	7	25	—	88
Summe	36	535	81	71	897	4008	84	5076

Die Sternhaufen sind also in der Milchstrasse und beinahe ebenso stark in der grossen Capwolke zusammengedrängt (wie man sieht, wenn man mit der unter »Flächen« stehenden Zahl, welche das Grossenverhältniss der abgezählten Flächen angiebt, dividirt), das gleiche gilt von den mit  $\gamma$  versehenen globulären Sternhaufen, während die sonstigen globulären Sternhaufen in Zahl zu wenig sind, um Bestimmtes von ihrer Vertheilung sagen zu können, dagegen scheint trotz der kleinen Zahl der planetarischen Nebel ihr Uebergewicht in der Milchstrasse gesichert. Die auflösbaren Nebel aber ebenso wie die unauflösbaren vermeiden die Milchstrasse in auffälliger Weise, sind dagegen in den beiden Capwolken sehr stark vertieft. Die Schlüsse, die ABBE weiterhin daraus zieht, dass die Zahl der Nebel südlich der Milchstrasse viel kleiner ist, sind jedenfalls unzulässig, da der südliche Himmel weder damals noch heute mit ebenso mächtigen Instrumenten durchmustert ist, wie der nördliche.

Die ANNEX'schen Abtheilungen kartiren PROCTOR<sup>1)</sup> und WATERS<sup>2)</sup> der erstere, indem er in isographischer Projection, in die 10° hohen, 90° breiten Trapeze soviel Punkte gleichmässig vertheilt, als dort Nebel stehen, und zwar trennt er zuerst in die nördliche und südliche Hemisphäre, dann aber in eine östliche und westliche theilt, dass einmal die Stunden 12<sup>h</sup> und 24<sup>h</sup> den Mittelmeridian bilden, also die nebelreichsten Regionen in die Mitte der Darstellung kommen, das andere Mal die Stunden 18<sup>h</sup> und 6<sup>h</sup> vorn sind, sodass die Milchstrasse quer über die Mitte der Darstellung verläuft und es in die Augen springt, wie ihr parallel die in Nebeln arme Zone geht. Auf einer vierten Karte stellt PROCTOR neben den Nebeln die hellen Sterne dar, um etwaige Beziehungen zwischen beiden abzuleiten, er glaubt auch zu finden, dass da, wo die Nebel gedrängter stehen, auch mehr helle Sterne sich sammelndrängen und umgekehrt. WATERS pointirt die Oerter der Nebel genauer, unterscheidet sie in auflösbare und unauflösbare durch resp. rothe und grüne Punkte und fügt durch rothe Kreuze die Sternhaufen hinzu, alle Orte innerhalb  $\pm 1^\circ$  genau. Dann werden die bekannten Irtathen der Ausstreuung der Sternhaufen entlang der Nebelflecke ausserhalb der Milchstrasse deutlich, weiter aber auch, dass die auflösbaren Nebel in ihrer Vertheilung den unauflösbaren sehr eng anschmiegen.

Die zusammenfassende Kenntnis der Nebelflecke und Sternhaufen machte einen Schritt weiter durch DREYER's »A New General Catalogue of Nebulae and Clusters of Stars being the Catalogue of the late Sir John F. W. HERSCHEL, BARR, revised, corrected and enlarged«, Memoirs of the Royal Astr. Society Vol. XLIX, Part I London 1888, der nun schon 7889 Nummern umfasste. BAUSCHINGER schliesst seinem anerkennenden Referat über DREYER's Arbeit in V. A. G., Band 24, pag. 43 ff. sofort eine auf diesem ausgedehnteren Material beruhende Untersuchung über die Vertheilung desselben in 15° hohe, 14° breite Trapeze an,

<sup>1)</sup> Distribution of the Nebulae Monthly Notices Vol. XXIX, pag. 337 ff.

<sup>2)</sup> The Distribution of Clusters and Nebulae Monthly Notices Vol. XXXIII, pag. 358 ff.

indem er 4 Unterabtheilungen bildet, 1) die schwachen Nebel ( $\rho F$  bis  $\epsilon A$ ) und Objecte mit »no description«, einschliesslich der ring und spiralformigen, 2) die hellen Nebel ( $\rho B$  bis  $\epsilon B$ ) einschliesslich der sternartigen Nebel, 3) die (schon) planetarischen Nebel, 4) die Sternhaufen und »globular clusters«. Die Unterscheidung der Nebel in die schwachen und helleren hatte den Zweck, zu entscheiden, ob die Feinhaltung der Nebel von der Milchstrasse einen physischen oder vielleicht nur optischen Grund habe, indem der helle Milchstrassenhintergrund die schwächeren Nebel überstrahlte, dann hätte sich die Abnahme der schwachen Nebel gegen die Milchstrasse als viel rapidere ergeben müssen, als die der helleren.

Im Gegentheil aber findet BAUSCHINGER in seinen Tafeln, in welchen der Verlauf der Milchstrasse, sowie die beiden Milchstrassenpole markirt sind, genau das gleiche Fernbleiben von der Milchstrasse für die hellen und schwachen Nebel. Die Nebel haufen sich um die Milchstrassenpole, in den Cygwen, ausserdem aber in der Andromeda in  $17^h + 82^\circ$ , dort nicht eben sehr weit von der Milchstrasse. Die planetarischen Nebel und die Sternhaufen liegen mit verschwindenden Ausnahmen in der Milchstrasse, letztere auch in den Cygwen.

Endlich hat sich STRALOHM für seine officiellen »Études sur la structure de l'Univers« den DRYER'schen Catalog unter Benützung von dessen von DRYER selbst 1895 gegebenem Supplemente<sup>1)</sup> und den seitdem neu gemachten Entdeckungen zu einer leider noch nicht allgemein zugänglichen Liste von 9913 Objecten ergänzt, unter denen 679 Sternhaufen sind. Er betrachtet und stellt in seinem Atlas in Bezug auf Vertheilung der 5 verschiedenen Klassen. Die fünfte bilden die Sternhaufen. Für die Nebelflecke stellt er zwei *principia divisionis* auf, einmal die Helligkeit und so scheidet er in 7919 schwache und 1845 helle, dann die Ausdehnung und zerfällt durch die Nebel in 7541 kleine und 1723 ausgedehnte. Jedoch in allen Fällen zeigen sich die gleichen bekannten Vertheilungsgesetze übereinstimmend mit ganz geringen Unterschieden. Die Milchstrasse ist ganz frei von Nebeln. Der Nordpol der Milchstrasse zeigt eine mächtige Zusammendrängung aller Nebel, der Südpol ist viel weniger dicht besetzt, doch führt das zweifellos von der mangelnden Kenntniss der südlichen Nebel her. Ausser der schon von BAUSCHINGER angeführten Concentration der Nebel in der Andromeda findet sich eine weitere Verdichtung in  $2^h 55^m + 40^\circ$  im Perseus, wenigstens der kleinen und schwachen Nebel, nicht so sehr der grossen und hellen, und eine weitere in  $22^h + 10^\circ$  im Pegasus. Betrachtet man, um von der Unsicherheit bezüglich der südlichen Nebel frei zu sein, nur die Vertheilung bis  $-20^\circ$  Declination und setzt die Dichtigkeit in der Breite  $+80^\circ$  bis  $+90^\circ$  gleich 100, so ergeben sich folgende Uebersichten über den Reichthum der andern Parallellonen der Milchstrasse an den verschiedenen Nebelarten.

mittlere Breite	schwache	kleine	helle	ausgedehnte	mittlere Breite	schwache	kleine	helle	ausgedehnte
+ 85	100	100	100	100	- 85	—	—	—	—
+ 75	64	72	188	108	- 75	18	58	45	18
+ 65	51	57	82	71	- 65	50	58	86	29
+ 55	37	44	64	41	- 55	55	62	54	47
+ 45	36	39	27	35	- 45	34	12	18	18
+ 35	26	26	18	29	- 35	34	37	18	24
+ 25	16	18	9	12	- 25	27	29	18	24
+ 15	9	11	9	6	- 15	15	15	9	18
+ 5	2	3	9	12	- 5	4	4	9	6

<sup>1)</sup> Index Catalog of Nebulae found in the years 1888 to 1894. Mem. of the R. A. S., Vol. LIX.



eilen aber geht aus dieser vergleichenden Zusammenstellung hervor, die nahezu gesetzmässige Abnahme der Nebelzahlen aller Kategorien hmen der nördlichen Breite, während in südlichen Breiten das Phänomen, aber lange nicht mit der gleichen Gesetzmässigkeit stattfindet, zweitens in der That bei den hellen und ausgedehnten Nebeln in der Milch aber auch nur in ihr, bei Breiten unter  $\pm 10^\circ$  die Abnahme relativ

Es mag also sein, dass in der Milchstrasse der Glanz des galaktischen einige wenige schwache oder kleine Nebel überstrahlt und unterdrückt entzogen hat. Das allgemeine Phänomen der regelmässigen Abnahme der Nebel nach der Milchstrasse hin ist aber kein optisches durch Auslöschung der Nebel in geringen Breiten erzeugtes, sondern ein physikalisches durch die ungleiche Vertheilung der Nebel bedingtes.

Untersuchung der Vertheilung der planetarischen und ringförmigen sowie jener Nebel, deren Auflösbarkeit verschiedenen Grades in den Katalogen mit den Buchstaben I, II, III bezeichnet ist, enthält dann die Tabelle. Auf 100 Quadratgraden stehen

planetar u ringförm	I	II	III	mittl Breite	planetar u ringförm	I	II	III
—	26	03	03	— 85°	—	03	—	—
—	64	—	04	— 75	—	10	—	01
—	30	02	06	— 65	—	11	01	03
005	81	02	08	— 55	010	12	—	01
—	16	02	01	— 45	004	07	—	01
007	09	00	02	— 35	008	08	01	01
008	06	01	01	— 25	008	07	—	01
026	08	01	—	— 15	020	04	—	01
042	02	01	01	— 5	059	02	01	01

geht daraus wieder hervor, dass, während die auflösbaren Nebel derjenigen Grade sich nicht anders verhalten, als die übrigen Nebel, die ringförmigen und planetarischen Nebel den Sternen ähnlich nach der Milchstrasse zunehmen. Auch von der spectroscopisch sicher als reine Gasnebel erkannten Objecten findet d'ARRIGO<sup>1)</sup> 25 in der Milchstrasse und schliesst daher auf eine Ähnlichkeit mit den planetarischen Nebeln.

Vertheilung der Sternhaufen aber, welche die letzten beiden Karten MORT'S gewidmet sind, giebt durch den Verlauf der Dichtigkeitscurven die Gestalt der Milchstrasse an. Erst überall nördlich der Milchstrasse ist die Zahl der Sternhaufen überhaupt Null. Nur die grosse Capwolke ist dichter als die Milchstrasse mit Sternhaufen besetzt, sie ist ja aber auch ein Sammelpunkt der Nebel und darin, dass sie diese beiden in einander vermeidenden Himmelszonen vereinigt, nimmt sie eine ganz besondere Stellung ein. Die kleine Capwolke ist in milderem Grade eine Ausnahme ebenfalls von Nebeln und Sternhaufen, sonst stehen noch Sternhaufen einer geringen Dichte in dem Nordpol der Milchstrasse, in  $5\frac{1}{2}^\circ - 85^\circ$   $8\frac{1}{2}^\circ + 15^\circ$ .

In der allgemeinen Betrachtung der Sternhaufen müssen indessen die von ihnen genannt werden und die folgende Tafel giebt für den Raum von 120 Grad die getrennten Zahlen



mittl. Breite	Globulare Haufen	sonstige	mittl. Breite	Globulare Haufen	sonstige
+ 85°	0 82	0 96	— 85°	0 82	—
+ 75	0 21	0 54	— 75	0 11	0 11
+ 65	—	0 07	— 65	—	—
+ 55	0 05	—	— 55	0 88	0 05
+ 45	0 18	0 12	— 45	0 12	0 12
+ 35	0 14	0 24	— 35	0 14	0 87
+ 25	0 12	0 22	— 25	0 15	0 87
+ 15	0 12	0 20	— 15	0 14	0 87
+ 5	0 11	5 35	— 5	0 17	5 94

Die Tafel zeigt zunächst wieder, dass die globulären Sternhaufen nicht wie die übrigen in der Milchstrasse vorherrschen, sondern in allen Breiten gleichhäufig vorkommen, dabei sind die scheinbaren Maxima an den Polen der Milchstrasse rein zufällig, da dort nur je ein globulärer Haufen steht. Von den Sternhaufen im allgemeinen aber kann man, anstatt von einer Zunahme gegen die Milchstrasse zu sprechen, wohl richtiger sagen, dass ein kleiner Theil von ihnen zufällig da und dort vertheilt ist, dass aber der Haupttheil in der Milchstrasse steht.

Die Schlüsse, welche die neueren und neuesten Untersuchungen über die Vertheilung der Nebelflecke zeitigen, stossen aber die alte, von den beiden Hirschrr begründete Ansicht um, dass die Nebelflecke, weil ihre Anordnung keine Rücksicht auf die Milchstrasse zu nehmen scheine, Welten ausserhalb der Milchstrasse seien, oder dass die Nebel nichts anderes seien als gleichberechtigte Systeme mit dem unsigen, als Milchstrassen, die nur die ungeheure Entfernung zu kleinen Nebeln zusammenschumpfen liess. Noch CLEVLAND ARNOLD hält die Milchstrasse, die Nubeculae und die Nebel für coordinirte Systeme und meint die Nebeculae seien nur in Folge ihrer Nähe so gross, sonst aber gewöhnliche Nebel. Im übrigen will er die verschiedenen Objecte in folgende Reihenfolge der Entfernung setzen, Sternhaufen, globuläre Sternhaufen, auflösbare globuläre Haufen, auflösbare Nebelflecke, Nebel. Die regelmässige Abnahme der Nebelflecke in den galaktischen Zonen der STRATONORTschen Tafel führt aber zum ersten Male zwingend vor Augen, dass die Nebel eben grade in Bezug auf die Milchstrasse angeordnet sind, nur dass ihr Vertheilungsgesetz in grossen Zügen das umgekehrte ist, wie bei den Sternen. Das ist eine Ansicht, die PROCTOR in seinen Aufsatzen über das Universum in den Monthly Notices gegen heftigen Widerspruch hat verfechten müssen, da ihm die beweiskräftigen Zahlen unserer Tafel nicht zur Verfügung standen. Die Nebel gehören also jedenfalls grossentheils zum Milchstrassensystem, ob einzelne besondere Formen derselben, wie die Spiral oder die Ringnebel vielleicht ausserhalb desselben stehen, ist denkbar, nach der geringen Zahl der bisher davon der Statistik zugänglichen Objecte aber nicht zu entscheiden. Die Ansicht, dass sich die Nebelflecke allmählich zu Sternhaufen oder einzelnen Sternen entwickeln, kann nebenbei bestehen bleiben. Die enge Verwandschaft beider Weltenwesen geht ja aus dem Umstande hervor, dass in der grossen Cygwenne sowohl die Nebel wie die Sternhaufen zahlreich nebeneinander vertreten sind. Man braucht, um den gegenwärtigen Zustand unseres Milchstrassensystems zu begreifen, nur anzunehmen, dass der Umwandlungsprocess von Nebel in Sternhaufen sich in der Nähe der Milchstrasse rascher vollziehen konnte und bereits vollständig vollzogen hat, dass er an den wenigen Stellen, wo sonst Sternhaufen ausserhalb der Milchstrasse stehen, eben

falls gewirkt hat, dass er in den mit  $r, r', r''$  bezeichneten Nebeln wirksam ist, aber die grosse Masse der Nebel noch nicht erglänzt hat. Warum fiedlich dieser Prozess in niederen galaktischen Breiten sich so rapid inschei vollziehen musste, dafür ist kein Grund anzugeben, immerhin ist der Gedanke vorstellbar.

Was uns aber nun hauptsächlich fehlt, um anzugehen in welcher Form der Anordnung die Nebelflecke die Milchstrasse zu beiden Seiten umgeben, ob in einer Kugel oder den Sternen gleich in einem Kiliipsoid oder etwa in einer flachen Scheibe, ist eine genue Bestimmung entweder ihrer Helligkeit oder ihrer Grösse, dann könnte man den analogen Schluss wie bei der Sternvertheilung machen und die durchschnittliche räumliche Entfernung der Objekte aus Helligkeit oder Grösse schliessen. Beide Aufgaben gehören mehr zu den schwierigsten, aber auch zu den dankbarsten für die messende Astronomie. Genaue Grössenbestimmungen der von den Nebeln bedeckten Fläche wären vielleicht noch leichter auszuführen, zumal auf photographischen Platten, wenn gleich nicht durch Messung der Dimensionen, sondern durch Schätzung der Fläche gegen liquidante Etalons, die Helligkeit zu bestimmen, lässt sich viel leicht in der Weise ermöglichen, dass nach Ausziehen des Ocular der Nebel zwischen die gleichfalls nebelartig gewordenen schwachen umgebenden Sterne eingeschätzt und diese dann photometirt würden.

#### Die Ursachen des Milchstrassenschimmels

Die Sternhaufen aber sind wesentliche Bestandtheile der Milchstrasse selbst, da sie fast ausschliesslich in den Windungen der galaktischen Banden liegen, über ihre Entfernung ist ebensowenig etwas bekannt, dennoch ist es für die Kenntnisse der Structur der Milchstrasse von fundamentaler Wichtigkeit zu wissen, in welcher Entfernung wir uns die Bestandtheile zu denken haben, die uns als das optische Phänomen der Milchstrasse erscheinen. Die Ansicht dass die Milchstrasse als ein oder zwei Ringe das ganze innere System umschlingt, event gar mit einem leeren Raum dazwischen, nach Analogie der Saturnringe, ist ja längst aufgegeben und der anderen gewichen, dass entfernte Sterne des Systems selbst den Eindruck der grösseren oder geringeren Helligkeit der Milchstrasse erzeugen. Dass dies freilich nicht die dem unbewaffneten Auge sichtbaren Sterne sind, ist klar, aber auch nicht die helleren teleskopischen kommen dafür in Betracht. Im Cataloge  $\mathcal{C}_{20}$  von SLOAN beobachteten Sterne die nur in Ausnahmefällen unter der 7 Grösse sind, sind im Anhange in stereographischer Projection dargestellt. Man sieht dann auf den ersten Blick durch das kugelförmige der Sterne den grössten Kreis angedeutet, längs dessen die Milchstrasse verläuft, aber die Sternörter sind doch weit entfernt, alle Einzelheiten des Verlaufes der Milchstrasse selbst auszudrücken. Die Frage, ob und in wie weit die Bonner Durchmusterungsterne im galaktischen Schimmel theilhaftig sind, behandelt erstinals PLASSMANN in einem Vortrage vor der Generalversammlung der V A P in Münster<sup>1)</sup> Er hat in den 110000 der STRUGAR'schen Abzählungen die Gesammtstärke der vorhandenen Sterne in 10 Klassen der schwächsten  $H$  Klasse, der Grössenordnung  $g=1$ — $g=5$  bezeichnet. Die um je eine halbe Grössenordnung helleren Klassen entsprechen dann dem Group 158, 251, 308, 401, 10 (M) facten<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Mittheilungen der V A P 1893, pag 102

<sup>2)</sup> Diese Zahlen bedürfen nach den STRUGAR'schen Untersuchungen auf pag 79 ff. 181 erheblicher Correcturen mit der galaktischen Breite

dieser Lichteinheit, die letzte Klasse ist dabei die der Größen  $6^m-7^m$ , die nur in helleren bereits schufen Augen als isolierte Punkte sichtbaren Sterne wurde absichtlich ausgeschlossen, bei der Berechnung des Lichtschimmers der Gesamtheit der teleskopischen Addirt nun PLASSMANN die Beiträge, welche jede halbe Größenklasse zu diesem Lichtschimmer giebt und multiplicirt er die Resultate mit  $\sec \delta$  zur Reduction auf gleiche Flächen, so erhält er seine beigefügte Tafel der »Logarithmen der Sternfülle«. Diese Logarithmen schwanken zwischen den Extremen  $2.720$  in  $1^h 0^m + 271^\circ$  und  $8.180$  in  $20^h 0^m + 371^\circ$ , was also die größte Lichtmenge nicht einmal 8 Mal die kleinste übersteigt. Hier sind dies die alleräußersten Extreme. ANKER hat dann die Resultate graphisch dargestellt und unter der Annahme dass mit einer Sternfülle von 30 also mit 1000 Sternen der schwächsten  $BD$  Größe auf der Iris ( $\approx 50$  Quadrantgrade) die Empfindungsschwelle überschritten sei, durch immer stärkere Blaufärbung der die Grenzzahl überschreitenden Irispaar eine »theoretische Milchstrasse« hergestellt, welcher in Band 1896 derselben Zeitschrift auf pag. 111 der »Aurora« die schematische reproducirt ist. Mit dieser theoretischen Milchstrasse verglichen hat nun PLASSMANN die wirklichen Milchstrassenzeichnungen von BOUDOUK & L. HEIS, HOULAU, sowie unvoröffentlichte von PANIKOFF und findet an den meisten Stellen eine hinreichende Uebereinstimmung. Hieraus aber den Schluss zu ziehen, dass die teleskopischen Sterne der  $BD$  die Milchstrasse erzeugten, wäre offenbar verfehlt, denn in der »theoretischen Milchstrasse« sind allschwächer die Beiträge übergegangen, die die noch schwächeren Sterne zur Sternfülle liefern und die offenbar beträchtlich, wahrscheinlich aber sogar den Glanz der mitgenommenen überwiegen sein müssen. Denn die Glieder der Reihe von Beiträgen zu der Sternfülle, an der PLASSMANN exemplifizirt und die für den allgemeinen Verlauf thatsächlich typisch ist, lauten so:

Sterne	$6^m-7^m$	$7^m-8^m$	$8^m-9^m$	$9^m-10^m$	$10^m-11^m$	$11^m-12^m$	$12^m-13^m$	$13^m-14^m$	$14^m-15^m$
Anzahl	5	7	21	18	108	390	?		
Beitrag	50	+ 41	+ 84	+ 108	+ 171	+ 800	+ ?	(-856, 2)	

Die Reihe der Beiträge ist vom zweiten Gliede an eine steigende und, ohne dass ihre Form irgendwie bekannt zu sein brauchte, lässt sich doch soviel erkennen, dass sie nicht mit dem sechsten Gliede abgebrochen und summiert werden darf, da die weiteren Glieder den Betrag des letzten und sehr möglicherweise sogar der bisherigen Summe übersteigen<sup>1)</sup>. Wenn aber die Beiträge der Sterne  $9^m-10^m$  u. s. w. zur Sternfülle so wesentliche und jedenfalls wahrscheinlichere sind als die der bekannten Helligkeitsklassen, so hat eine Beziehung zwischen der Lichtfülle der  $BD$  Sterne und der Milchstrasse nur den Werth, dass eine zufällige Uebereinstimmung der Lichtknoten der Milchstrasse mit der Maxima der Sternfülle beweist, dass eben jene nicht berücksichtigten schwächeren Größenklassen gegenüber den Nachbarsternen dort zufällig das selbe Ueberwiegen zeigen wie die  $BD$  Sterne über die umstehenden. Es folgt also aus PLASSMANN'S Bestimmungen der Lichtfülle geradezu, dass im allgemeinen nicht die  $BD$  Sterne den Glanz der Milchstrasse erzeugen. Es ist auch eine ganz willkürliche Annahme, dass bei Sternfüllenlogarithmen, die nur zwischen  $2.72-8.48$  schwanken, gerade bei dem Werthe 80 plötzlich die Empfindungsschwelle überschritten würde, sondern bei so kleinem Spielraum ist die Annahme

<sup>1)</sup> Das wird auch nicht viel anders wenn man den Umstand richtig würdigt, dass die Zahl 390 der Klasse  $9^m-10^m$  besonders gross ist, weil diese Klasse nicht 5, sondern wohl 8 Zehntel der gleichförmigen Grössenskala enthält.

ebenso berechtigt, dass die Empfindungsschwelle überhaupt ausserhalb des Intervalles liegt, sodass entweder alle oder keine der Steinfüllen auf das Auge wirken. Erst die Verschiedenheit der wirkungsvollen Beiträge viel schwächerer Grössenklassen bringt die Differenzierung hervor. Das geringe Schwanken der Steinfüllen spricht aber wiederum für eine nahezu kugelförmige, schwach abgeplattete Form des Hufens der *BD* Steine.

PLASSMANN zeigt auch selbst, indem er das Zusammenfallen gewisser reicher Aichungen EPSTEIN's (der Steine bis 12<sup>m</sup>), die ihm handschriftlich mitgeteilt wurden, mit den Glanzstellen der Milchstrasse betont, (z. B. bei  $\gamma$  Cygni), dass er doch an jene schwächeren und entfernten Steine als Ursachen des Milchstrassenschimmers denkt. In einwandfreier Weise aber hat LARSON<sup>1)</sup> die Frage gefordert, welche Sterngrösse vorzugsweise den Eindruck der Milchstrasse hervorruft, indem er eine Stelle im Adler auswählte, die er in 1 gleiche Triapeze *A*, *B*, *C*, *D* so zerlegte, dass *A* eine sehr schwache, *B* eine schwache, *C* eine hellere, *D* eine sehr helle Stelle der Milchstrasse enthält. In den gleichen Triapazen werden die *BD* Steine und die Celosternen abgezählt und zunächst die beiden hellen den beiden schwachen, dann die hellste Prithie der schwachen gegenübergestellt. Es findet sich

Grösse	<i>C + D</i>	<i>A + B</i>	Überschuss von <i>C + D</i> über <i>A + B</i>	<i>D</i>	<i>I</i>	Überschuss von <i>D</i> über <i>A</i>
1—55 <i>BD</i>	9	8	+1	1	1	0
56—70	17	11	+6	10	3	+7
71—75	16	18	—2	11	6	+5
76—80	27	88	—9	11	28	—9
81—85 „	61	78	—11	37	38	—1
86—90 „	185	171	+11	110	73	+37
91—95 „	1095	955	+140	566	152	+414
1—111 <i>Cel</i>	1476	2021	—545	2658	1169	+1489
Milchstrasse	hell	schwach	—	sehr hell	schw. schwach	—

Man sieht also, dass im Ueberwiegen der Stellen *C + D* der Milchstrassenlichtes über *A + B*, und von *D* über *A* die hellen Sterne gar nicht betheiligt sind, diese propagieren sich vielmehr zufällig auf die Milchstrasse. Die Sterne 8<sup>m</sup> 6—9<sup>m</sup> 0 fangen an, zum Milchstrassenschimmer beizutragen, die Sterne 9<sup>m</sup> 1—9<sup>m</sup> 5 sind noch stärker dabei wirksam, der Hauptantheil an dem verschiedenen hellen Schimmer fällt aber den Celosternen zu, wie LARSON noch bekräftigte, indem er mit Hilfe PANNEKOEK's Karten zeichnete, welche das Licht der einzelnen Grössenklassen der *BD* Steine, berechnet in Einheiten des Lichtes der Sterne 9<sup>m</sup> 1—9<sup>m</sup> 5 für die STURGEON'schen Triapeze durch kluge oder schwächere Nenzen wiedergeben, also ähnlich wie PLASSMANN dies gethan, nur findet FAYON im Grossen und Ganzen keine Ähnlichkeit zwischen dem Verlauf der Milchstrasse und diesen Karten und auch ein anderer Versuch, durch Verkleinerung der AERLANDER'schen Karten, durch welche die Milchstrasse zieht, auf  $\frac{1}{10}$  ihres Maassstabes die Gruppierung der *BD* Sterne besser zu überschauen, zeigt im allgemeinen nicht die Contouren und Lichtnancen der Milchstrasse Stellenweise allerdings ist die Uebereinstimmung vorhanden und frappant, und sogar die hellsten Steine zeigen dann eine deutliche Verknüpfung mit der Milchstrasse, so in den hellen Flecken bei  $\delta$ ,  $\theta$  und  $\beta$  des Adlers, wo auch das „Vorgebüge“ des West

<sup>1)</sup> Sur la distribution apparente des étoiles dans une partie de la Voie lactée A N 3470

zweiges bei 4 Aquila ausgeprägt ist, ebenso sind die hellen Sterne selten in der dunkeln Stelle, die von  $\delta$  nach  $\delta\delta$  und  $\gamma$  des Adlers geht

An der Gegend zwischen  $\alpha$  und  $\gamma$  Cygni, wo die Contraste gross sind, da auch der nördliche Kohlsack in sie eingeschlossen ist, zeigt EASTON noch deutlicher, indem er sie in 14 Felder von 6 verschiedenartigen galaktischen Helligkeiten zerlegt, dass die Sterne bis  $9^m 0$  eine andersartige Anordnung haben wie die Milchstrasse, dass aber die Grössenklasse  $9^m 1-9^m 5$  meistens dieselben Schwankungen in der Sternlichte zeigt, wie die Milchstrasse in der Helligkeit. In dieser Gegend kann aber EASTON noch weiter entfernte Sterne mitspiegeln lassen, zwar hat CELORIA hier keine Abzählungen, aber er konnte auf 2 Photographien WOLFF's, die in *Knowledge* 1891 reproducirt waren, auf der kürzer exponirten die Sterne bis zur  $11^m 5$ , auf der länger exponirten die Sterne bis  $13^m 5$  abzählen, ausserdem 14 Aichungen FISCHER's, die bis  $12^m$  gehen, benutzen und die HERSCHEL'schen Aichungen hinzuziehen. Werden nun für ein Feld von 1100 Quadratminuten Mittelzahlen gebildet für 8 Stellen, an denen die Milchstrasse schwach mittelhell und glänzend ist, so entstehen folgende Vergleichszahlen

Milchstrasse	BD 1-9 <sup>m</sup> 5	WOLFF 1-11 <sup>m</sup>	FISCHER 1-12 <sup>m</sup>	WOLFF 1-13 <sup>m</sup> 5	HERSCHEL 1-15 <sup>m</sup> (?)
Schwach	9	28	65 5	165	151
Mittelhell	127	523	857	297	1257
Glänzend	185	815	1271	492 6	2115

Hier ist es nun sehr auffallend, dass die mit der Milchstrasse analoge Anordnung, die die Gesamtheit der BD Sterne zeigt, sich fast in derselben Proportion bei all den schwächeren Sternen wiederholt, wenn man die erste HERSCHEL'sche Zahl auslässt. EASTON glaubt danach die schwächsten Sterne, die theoretisch sich bis auf die 12fache Entfernung der schwächsten BD Klasse erstrecken, in engem Zusammenhang, also ungefähr in derselben Entfernungsreihe angeordnet denken zu müssen, wie die letzten BD Sterne, als Theile derselben Condensationen, welche die Lichtknoten in der Milchstrasse erzeugen, nur als kleinere Glieder derselben. Dann wollte man selbst eine gleichförmige Anordnung der Sterne bis auf die 6fache Entfernungsreihe der BD Sterne annehmen, so müsste man sie gleichzeitig in immer höher werdenden Schichten bis gleichfalls zur 6fachen Höhe sich vorstellen je weiter der Visionradius in den Kegel des Gesichtsfeldes dringt, also eine Anordnung in Bezug auf die Sonne, die doch undenkbar ist.

SELLIGER<sup>1)</sup> indessen glaubt bei aller Anerkennung der EASTON'schen Arbeit dies Parallellaufen der Sternzahl für die BD Sterne und die schwächsten Sterne überhaupt doch für ein lokales, nicht überall in der Milchstrasse auftretendes Phänomen halten zu sollen. Zum Beweise hat er in allen Feldern, in denen die beiden HERSCHEL im Bereiche der Durchmusterung gerückt, auch die Bonner Sterne abgezählt und findet, wenn nach der Zahl der HERSCHEL'schen Sterne geordnet wird, im Mittel

für die BD				für die SD			
W. HERSCHEL Grenzen	Mittel	BD	$\pm$	J. HERSCHEL Grenzen	Mittel	SD	$\pm$
> 500	109	811	$\pm 0.41$	> 180	922	215	$\pm 0.31$
200-500	256	282	82	120-180	178	318	86
120-200	154	389	10	80-120	108	862	68
80-120	97	506	41	50-80	62	271	50
60-80	69	288	31	20-50	31	270	58
< 60	13	287	84	< 20	11	168	51

<sup>1)</sup> Betrachtungen über die räumliche Vertheilung der Fixsterne, pag. 55 ff

Ein Parallellaufen der HERSCHEL'schen Sternzahlen mit den Durchmusterungen findet hiernach im allgemeinen nicht statt. An den nur 4 Stellen, wo W. HERSCHEL in der Zone CLORIA's gerichtet hat, finden sich folgende Werthe, die einander gegenüber gestellt werden können:

HERSCHEL	CLORIA	<i>DD</i>
217	100	6
272	116	8
311	176	2
398	141	0
Mittel 200	112	40

Natürlich und diese Werthe nicht zahlreich genug, um irgend welche Schlüsse zu ziehen, jedenfalls sprechen sie nicht gerade für ein Parallellaufen von HERSCHEL und CLORIA Steinen.

Sonach hält STURM es nicht gerade für wahrscheinlich, dass die PASTORsche Ansicht der Anhäufung der schwächsten *DD* Sterne und der HERSCHEL'schen Sterne auf einen Raum von geringer Ausdehnung ein allgemeines Phänomen sei, obwohl sie zu gewissen Stellen doch bei wie die Milchstrasse ist jedenfalls eine Gegend unseres Systems, wo die Sterne erheblich gedüngter stehen als anderswo. Dass die Lichtknoten und Sternhaufen in der Milchstrasse die Folgen von Anziehungskräften sind, welche bei der Masse der Objecte dort stärker wirken, als in dem übrigen, so überaus dünn mit Materie besetzten Raum, ist eine Möglichkeit der Vorstellung weiter nichts. Es ist zwar sicher, dass die Milchstrasse rings um uns gelegen ist, aber sehr unwahrscheinlich, dass sie die Form eines Kreises hat, jedenfalls würde in einem solchen die Sonne ziemlich, wenn auch nicht übermäßig excentrisch stehen.

### Die Milchstrasse als Spiralnebel

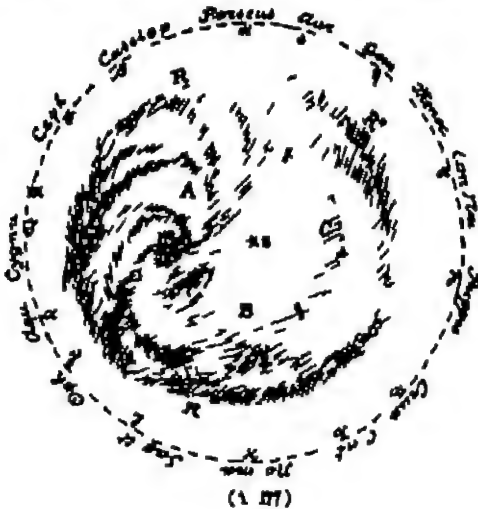
In einer jüngst erschienenen Publikation „A new theory of the Milky Way“<sup>1)</sup> kommt PASTOR auf den Gedanken einer engen Verknüpfung doch auch vieler selbst heller Sterne mit den Milchstrassengebilden einzutreten. Er betont unter anderem als Beispiel die zweifellose Zusammengehörigkeit der Trapezsterne mit dem Orionnebel und der Plejaden mit den die einzelnen Sterne und die ganze Gruppe umhüllenden Nebelmassen. Stellen, die ähnliche Deutung fordern, sind der Lichtknoten zwischen  $\alpha$  und  $\delta$  Cygni, und der im nördlichen Theile des grossen hellen Flecks zwischen  $\gamma$  und  $\beta$  Cygni. Entweder müssen wir hier gewaltige Sternanhäufungen voraussetzen oder die Gegend in solcher Nähe bei uns annehmen, dass auch die Zugehörigkeit der genannten Cygnus Sterne zu ihr nicht mehr unwahrscheinlich ist. Wie schwach ist im Vergleich zu dieser Cygnus Region, die 00° Länge davon entfernt des Perseus, nicht nur in den Milchstrassengebilden, sondern auch an Sternen, wenn wir von den allerhellsten absehen. In der Cygnus Region herrscht aber nicht nur der grösste Reichthum an Durchmusterungsterne, doch schon REINHARDT<sup>2)</sup> hier das Centrum der Milchstrasse suchen liess (in  $\alpha = 20^h 20^m$ ,  $\delta = 10^\circ$  und in der Entfernungen der Sterne  $\delta = 0$ ), sondern auch HERSCHEL fand hier eine seiner grössten Sternzahlen mit 588 Sternen pro Feld und PASTOR nicht bei  $\gamma$  Cygni 600 Steine bis  $12^m$  in einem Raume, auf den sonst durchschnittlich 140 kamen. Zwar kommen auf der Südhalbkugel im Schilde und zwischen  $\gamma$  und  $\mu$  des Schützen hellere Flecken vor aber sie sind lange nicht so aus-

<sup>1)</sup> The Astrophysical Journal Vol. XII, pag. 137

<sup>2)</sup> Untersuchungen etc., pag. 263 ff.



gedehnt wie die Gegend im Schwanz und kommen mehr auf die Rechnung einer Contrastwirkung gegen benachbarte ganz dunkle Stellen, während die Cygnus-gegend von ziemlich hellen Flächen der Milchstrasse umgeben ist. Indem EASTON nun noch ausführlich die Lagerung der beiden Zweige der Milchstrasse neben einander betrachtet, kommt er nach allem auf den Gedanken, dieselbe zu nicht neben sondern hintereinander anzunehmen, wonngleich in Ebenen, die um  $20^\circ$  gegeneinander geneigt sind, und der ganzen Milchstrasse die Form eines



Spiralnebel anzuweisen, dessen Wirbelpunkt eben die Region im Cygnus ist. Seine Abbildung ist hier als Fig. 477 reproduziert. So zeigt die Stellung der Sonne in A ist eine ziemlich reiche Windung, die den Verlauf der Milchstrasse von der Cassiopea bis zu Ophiuchi erzeugt. B dagegen ruft den zweiten (schwächeren) Zweig durch Schlangendrache, Skorpion und Wolf hervor, den letzten Ausläufer von B, die dritte und dünnere, besetzte Windung C, hält EASTON für die Fingerringe des Kranzes heller Sterne, des galactischen Gourn's, der den Centauren, den Krieger, das Schiffe und den grossen Hund durchzieht. Die verschiedenen weiteren Wir-

dungen, die zwischen Adler und Cassiopea eingezeichnet sind, glaubt EASTON zur Darstellung der Lichtbrücken und Spalten in dieser Gegend nöthig zu haben, den Hauptverlauf der Milchstrasse aber ruft die grosse, alles umfassende Windung R R' R' in Erscheinung, die kurz vor dem Perseus endet, wo nur ein schmaler, vom Wirbelpunkt ausgehender Strom noch einigen Milchstrassen schwimmer erzeugt.

Das ganz eigenartige und neue Bild, welches die Ideen EASTON'S von dem Weltgebäude entwerfen, und welches er selbst nicht etwa als eine Darstellung sondern nur als Typus der von ihm gedachten Form desselben angesehen wissen will, ist jedenfalls vorstellbar und seine mögliche Reichthum erkennt man,



(A 478)

wenn man sich umgekehrt fragt, wie sich in einem Spiralnebel dessen Typus wie hier in dem Object M 74 Piscium abbildet (Fig. 478), die Spiralen darstellen würden für einen Schnappschuss unweit des Wirbelpunktes, man sieht sofort, dass, wenn alle Windungen in einer Ebene liegen, dann eine Milchstrasse in nur einem Zuge, aber von verschiedener, durch die Entfernung vom Beschauer bedingter Breite mit einem gewaltigen

Lichtknoten entstehen würde, sollten aber nicht alle Windungen in einer Ebene liegen, sondern sich einzelne darüber erheben, jedoch nicht um starke Neigungswinkel, so würden die grossen Lücken in der Milchstrasse, Spalten und Lichtbrücken, in Erscheinung treten die wir thätlich sehen. Gegen die Vorstellbarkeit der Spiralform der Milchstrasse wäre also a priori nichts einzuwenden ausser einem Bedenken, das vielleicht nicht allzuferne Zukunft zerstreuen wird. Das Beispiel mit dem Spiralnebel M 74 Piscium behält nur dann seine Wirkung, wenn dieses Object und die Milchstrasse coordinirte Himmelswesen sind. Wir haben aber oben gesehen,



dass die Nebel im Allgemeinen als Angehörige des Milchstrassensystems betrachtet werden müssen, also dem ganzen untergeordnet sind nur von den planetarischen, den unregelmässigen und den Spiralnebeln liess sich das der geringen Anzahl dieser Objecte wegen nicht sicher erweisen. Nun hat der jüngst allzu früh von dem Felde seiner astronomischen Entdeckungen abgewiesene JAMES KIRK mit dem Crossley Reflector der Tick Steinwarte nicht nur eine ungeahnte Fülle neuer Nebel entdeckt, da sein Fernrohr weit tiefer als die früheren mit Hilfe der Photographie in den Raum eindringt, er hat die Zahl der in ihm sichtbaren Nebel für den ganzen Himmel auf 120000 geschätzt gegen die kaum 10000, über die STRATONORT bei seinen Untersuchungen verfügte, er hat aber vor allem gefunden dass unter den neuentdeckten Nebeln die überwiegende Mehrzahl Spiralnebel waren und kommt zu dem Schlusse die spiralige Structur für die vorherrschende oder fast für die typische Form der Nebel zu halten. Sobald nun die Fortsetzung der von KIRK begonnenen Entdeckungen neuer Nebel in dem so leistungsfähigen Instrumente uns mit nahezu allen von ihm erreichbaren Objecten bekannt gemacht haben wird, wird eine Untersuchung über die Vertheilung der Spiralnebel gesondert erfolgen müssen. Trifft diese dann eine Anordnung derselben ohne jede Rücksicht auf die Milchstrasse, sodass die Spiralnebel ihrerseits als selbständige Milchstrassensysteme gedeutet werden können, so ist die Annahme einer spiraligen Structur auch für unsere Milchstrasse nicht nur eine mögliche, sondern eine sehr wahrscheinliche Hypothese, dann würden sich die Spiralnebel (und die planetarischen Nebel) deutlich von den übrigen Nebeln sondern und nur letztere wären als Glieder unseres Milchstrassensystems anzusprechen. Ergibt sich aber für die Vertheilung der Spiralnebel das gleiche Gesetz wie für die anderen Nebel, so wären auch sie dem Milchstrassensystem zuzurechnen und der STRATONORTSchen Annahme für die Structur der Milchstrasse fehlten dann jedenfalls die Analogieen.

Es ist klar, wie wichtig diese von der Fortführung der KIRKSchen Entdeckungen herbeizuführende Entscheidung auch noch in anderer Beziehung ist. Gehören nämlich alle Nebel auch zum Milchstrassensystem, so ist dieses das einzige Individuum, das wir kennen im endlosen Raum, dann bildet die ganze Welt der sichtbaren und unsichtbaren Sterne, der Milchstrassenwindungen, der Sternhaufen und Nebelflecke nur eine Insel im Weltall, und von andern Lebewesen des leeren Raums wissen wir entweder gar nichts, weil die OBERSEESche Extinction des Lichtes (10) uns jede Kunde von ihnen entzieht, oder es sind überhaupt keine da und die ganze Materie des Alls ist in dem einzigen Kosmos untergebracht, von dessen zahlreichen, rings einer Hauptebene neben und hintereinander stehenden Sternhaufen, einer auch unsere Sonne umschliesst. Sind aber die Spiralnebel coordinirte Glieder des Milchstrassensystems, so giebt es noch ausserhalb unserer Welleninsel andere im Ocean des Raumes zerstreute und den Weg, unter diesen die höhere Wesenseinheit, die Anordnung zu Milchstrassensystemen, aufzufinden, den die philosophischen Ueberlegungen KANT's und LAMBLER's einschlugen, wirklich zu belegen, steht den Entdeckungen der Zukunft bevor.

Heutzutage beschränkt sich ja unsere Kenntnis über die räumliche Anordnung von Himmelskörpern thatsächlich auf die Sterne der *BD* und *SD*, deren Ausserste in dem 70fachen der Entfernung der Sterne erster Grösse, dem 7fachen des Abstandes der Sterne 6 Grösse, bis zu denen das unbewaffnete Auge reicht, liegen, die letzten Sterne überschritt, wenn wir diese mit als äusserste Glieder des Milchstrassenhaufens betrachten wollen, würden aber mit

rund 700 Sinusweiten noch 10mal weiter als die Bonner Sterne entfernt sein. Wäre die Milchstrasse in ihrem Längsschnitte ungefähr kreisförmig, so könnten wir also erst innerhalb des innersten Hundertels ihrer Hauptebene die Sternvertheilung genauer, von allen andern entfernteren Objecten kennen wir nur die Grundgesetze ihrer Anordnung oder können sogar diese nur mathematisch

### Annahme anderer Raumformen

Die vorhin als event mögliches Ergebniss der künftigen Nebelforschung angedeutete Hypothese, dass alle sichtbaren Himmelsobjecte zusammen Mitglieder des Milchstrassensystems seien und sonach nur eine Stelle des unendlichen Raums mit Materie belegt erscheint, ist aber noch einer ganz andern Deutung fähig, wenn wir den Darlegungen SCHWARZSCHILD's auf der Heidelberger Astronomerversammlung folgen wollen<sup>1)</sup>. Sie kann nämlich auch aus der andern Ausdehnung des Raumes folgen. Nur zwei andere Raumformen kommen nach SCHWARZSCHILD neben dem euklidischen unendlichen in Betracht, der elliptische Raum, in dem jede gerade Linie in sich zurückläuft, in dem also zwei gerade Linien nur einen Schnittpunkt haben (und nicht zwei wie im euklidischen), dieser Raum ist endlich und hat einen endlichen Krümmungshalbmesser  $R$ ; zweitens der hyperbolische oder pseudosphärische Raum mit imaginärem Krümmungshalbmesser  $iR$ , er ist unendlich und die Winkelsumme eines Dreiecks in ihm ist kleiner als zwei Rechte. Kein geringerer als LOBATSCHEFSKIJ hat in seinem Werke »Ueber die Anfangsgründe der Geometrie«<sup>2)</sup> gleich die Frage erörtert, ob die Existenz des hyperbolischen Raumes irgendwie in Widerspruch mit astronomischen Parallaxenbestimmungen käme. Ist der Winkel zwischen Sonne und einem Fixstern zur Zeit der grössten jährlichen Parallaxe  $\frac{\pi}{2} - 2\phi$ , so steht die Visierlinie nach dem Sterne ein halbes Jahr vor resp. nachher senkrecht auf dem Erdbahnradius. Dann ist dieser senkrechte Winkel  $R\left(\frac{2r}{R}\right)$  in der hyperbolischen Geometrie  $> \frac{\pi}{2} - 2\phi$  und ausserdem mit der Länge des Erdbahndurchmessers  $2r$  verknüpft durch die Gleichung

$$\operatorname{tang} \frac{1}{2} R\left(\frac{2r}{R}\right) = e^{-\frac{2r}{R}},$$

$$\text{dennnach } e^{-\frac{2r}{R}} > \operatorname{tang} \left(\frac{\pi}{4} - \phi\right) > \frac{1 - \operatorname{tang} \phi}{1 + \operatorname{tang} \phi},$$

woraus nach weiteren Umformungen

$$\operatorname{tang} 2\phi > \frac{2r}{R}$$

folgt. LOBATSCHEFSKIJ musste sich mit ganz minderwerthigen Annahmen über die Parallaxen begnügen, z. B. für Sirius  $2\phi = 1'' 24$ , für 29 Eridani  $2\phi = 2''$ .

Dieselben ergeben resp.  $\frac{2r}{R} < 0.000006012$  und  $0.000006696$ , also den Krümmungsradius des Raumes zu mindestens 280000 Erdbahnradien. Selbst für das Dreieck mit Sirius an der Spitze würde die Winkelsumme nur um  $0'' 000003727$  kleiner sein als  $180^\circ$  und die Hoffnung durch Widersprüche in den Beobach-

<sup>1)</sup> Ueber das zukünftige Krümmungsmass des Raumes V. A. G. 1900, pag. 337 ff.

<sup>2)</sup> NIKOLAJ IWANOWITSCH LOBATSCHEFSKIJ. Zwei geometrische Abhandlungen, aus dem Russischen übersetzt, mit Anmerkungen und mit einer Biographie des Verfassers von FRIEDRICH ENGEL, Leipzig 1898 pag. 22 ff.

tungen diesen Winkel nachzuweisen, ist also ganz illusorisch. SCHWARZSCCHILD schlägt einen etwas andern Weg zu dem gleichen Ziele ein. Ist  $d$  der Abstand eines Sternes gemessen auf dem Lichtstrahl, der von ihm zu uns dringt,  $\rho$  seine astronomisch bestimmte Parallaxe und  $r$  der Erdbahnradius, so gilt für den hyperbolischen Raum

$$\sin(\kappa \rho) \frac{d}{R} \rightarrow \sqrt{\rho^2 R^2 - 1}$$

Daraus folgt  $\rho \rightarrow \frac{1}{R}$ , sodass jeder Stern des hyperbolischen Raumes auch bei noch so grosser Entfernung eine endliche Parallaxe zeigen muss, deren Minimum durch das Krümmungsmaass bestimmt ist. Nach den heutigen Beobachtungen können wir dieses Minimum der Parallaxe jetzt nicht über  $0''.05$  annehmen und kommen damit auf einen Mindestradius des hyperbolischen Raumes von 1 Millionen Erdbahnhalbmassen. Der Radius müsste entsprechend vergrößert werden, wenn mit Sicherheit Parallaxen unter  $0''.05$  nachgewiesen werden sollten. Jedenfalls ist es so gross, dass innerhalb der Dimensionen des Planetensystems sich keine Anomalien gegenüber der euklidischen Raumvorstellung zeigen können, da andererseits der pseudosphärische Raum gleich dem euklidischen unendlich ist, so können auch ungewöhnliche Erscheinungen des Fixsternsystems sich nicht darbieten.

Anderseits bei dem elliptischen Raum die analoge Parallaxe und Entfernung verbindende Formel ist hier

$$\cotang \frac{d}{R} = \frac{R}{\rho}$$

Es entspricht also jeder (auch noch so kleinen) Parallaxe eine reelle Entfernung  $d$ , welches Krümmungsmaass man auch annehmen mag. Welchen Werth man indessen für das Krümmungsmaass des elliptischen Raumes mindestens annehmen muss, ergibt sich aus dieser Formel ebenfalls.  $\frac{R}{\rho} = 8000 / 1$  gibt für

$$\rho = 1'' 0, 0'' 1, 0'' 0 \quad \log \cotang \frac{d}{R} = 0 1027, 8 1027, -\infty,$$

$$\text{also } \frac{d}{R} = 81^\circ 48' 5, 80^\circ 0' 0, 90^\circ 0', \text{ oder } 4908' 5, 5819' 0, 5400'$$

Da nun  $90^\circ = 5400' = \frac{\pi}{2}$  ist, werden die drei Distanzen für

$$\rho = 1'' 0, d = 0 908 R \frac{\pi}{2} = 42800 \text{ Erdbahnradien}$$

$$\rho = 0 1, d = 0 001 R \frac{\pi}{2} = 40700 \quad "$$

$$\rho = 0 0, d = 1 000 R \frac{\pi}{2} = 17100 \quad "$$

Es mag angenommen werden, dass es 100 Sterne mit Parallaxen über  $0'' 1$  gibt und 100 Millionen mit Parallaxen unter  $0'' 1$ , daraus ergibt sich die Unvorstellbarkeit des Resultates bezüglich der Entfernungen. Da wohl kein Stern eine Parallaxe über  $1'' 0$  hat, so käme um die Sonne ein leerer Raum von 12800 Radien Abstand, dann ständen 100 Sterne in Entfernungen, die bis zu 8000 Radien grössere Abstände hätten als die Besetzung des leeren Raumes, und die übrigen 100 Millionen wären in Entfernungen zusammenge drängt, die nur um zu 400 Radien kleiner wären, als die grösstmögliche Entfernung  $R \frac{\pi}{2}$  überhaupt. Es muss also für  $R$  ein Werth angenommen werden,

der ungefähr das entfernteste Raumatstück, in welchem die 100 Millionen Sterne stehen, 1000000 mal so gross macht, als der innere mit seinen 100 Sternen. Dieser Bedingung würde durch  $R = 160$  Millionen Erdbahnradien ungefähr entsprochen und man könnte damit auf eine Grösse des Raums etwa von der Grosseordnung, wie sie bei von STRÖMGRÄN angenommenen räumlichen Ausdehnung des Fixsternsystems entspreche, dann würde nur diese und keine andere Welt in dem dann endlichen Raume Platz haben. Man könnte natürlich  $R$  auch auf die 2 bis 3fache vergrössern oder verkleinern, ohne auf unzulässige Zusammendrängungen der Sterne gegen den »Rand« des elliptischen Raumes zu stossen. Bei in sich selbst zurücklaufende Lichtstrahl ruht die »Reise um die Welt«  $\approx R$  in 8000 Jahren und zur Besichtigung der einzigen sich ergebenden Schwierigkeit nämlich der, dass wir im Nachthimmel der Sonne gegenüber das Bild der Rückseite der Sonne in Folge dieses in sich selbst zurückkehrenden Lichtstrahls erblicken müssten, muss nur angenommen werden, dass das Licht auf diesem ungeheuren Wege eine Absorption von 40 Grössenklassen erleidet. Eine andere Schwierigkeit der Vorstellung wird schon durch eine viel geringere Absorption behoben. Da nämlich jeder Lichtstrahl im elliptischen Raume wieder zu seinem Ausgangspunkte zurückkehrt, so würden auch alle durch unser Auge nach rückwärts gehenden Strahlen, die also Bilder von Punkten des Hinterkopfes, des Rückens etc. auf sich durch den Raum bringen würden, nach der »Wanderung um die Welt« dem Auge die Bilder der Rückseite seines Trägers bringen, und wenn wir uns einmal alle Objecte aus der Welt denken, würde das Auge im Firmament nichts erblicken, als die Rückseite des Subjects auf eine Halbkugel ausgebreitet. Nehmen wir nun die Objecte hinzu, so erscheinen natürlich diese dem Auge auf dem dunklen Wege und verdecken die Punkte der Rückseite, deren Lichtstrahlen von ihnen abgelenkt werden, alle von Objecten leer gelassenen Stellen des Gesichtskreises über würden die Rückseite des Subjects zeigen — oder die eines andern Subjects oder Objects, welche vor 8000 Jahren dieselbe Stelle im Raum eingenommen haben, wenn diese nicht vielleicht damals leer war, da unser Träger, die Erde, sich natürlich ganz wo anders befand.

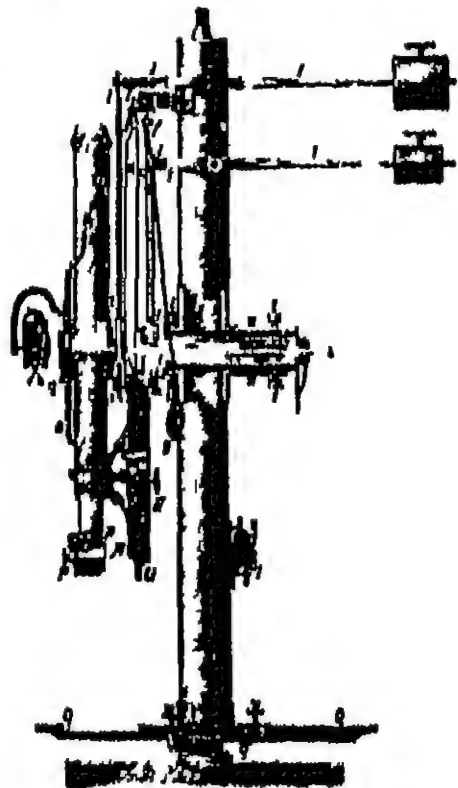
Ausser der euklidischen Raumvorstellung mit  $R = \infty$  kommen also für die Vorstellung des Universums noch entweder ein pseudosphärischer Raum mit  $R > 4$  Millionen Erdbahnradien, oder ein elliptischer Raum mit  $R > 100$  Millionen Erdbahnradien in Betracht, wenn man bei letzterem noch eine Lichtabsorption bei einem Umlauf um den Raum auf den  $10^{16}$  Theil des Ausgangswerthes annimmt.

Eine gleichförmige Vertheilung durchschnittlich gleichheller Sterne durch den euklidischen Raum würde bekanntlich die Sternzahlen bis zu den successiven Grössenklassen in constantem Verhältnisse zunehmen lassen. Im elliptischen Raume würde sie die Sternzahlen der schwächeren Klassen in weit stärkerem Masse wachsen lassen, im pseudosphärischen Raume würde dagegen bei gleichförmiger Sternvertheilung die Sternzahl langsamer mit der Grösse zunehmen, als im euklidischen. Nun nimmt thatsächlich, wie die SELLWYCH'schen Untersuchungen zeigen, die Sternzahl für die  $BD$  Sterne langsamer zu, als es gleichförmige Vertheilung folgern würde. Daraus einen Vorzug für die Annahme eines hyperbolischen Raumes zu folgern, wäre natürlich durchaus verfrüht, weil die Hypothese gleichförmiger Vertheilung der Sterne und durchschnittlich gleicher Helligkeit für dieselben gewiss ganz willkürlich ist.

Es bleibt also die Beschreibung einer Mäßenlandlose, die SCHWARZSCHMID für die beiden besprochenen Raumformen anwendet, kennzeichnend für die Stellung, die die Fiktion gegenüber den echten einnimmt. Beide sind ebenso möglich als der euklidische Raum und die geringen Unterschiede, bis zu welchen die messende Astronomie in den Weltumverrehungen  $\epsilon$   $\epsilon$  zeigen für keine der drei Raumformen bei her einen Widerspruch

b. KLEINPART

**Verticalkreis** An der den Höhenkreisen (s. d. Artikel „Universal instrumente“) hatte man früher zur genauen Bestimmung von Zenithdistanzen Instrumente, welche sich von jenen nur durch genauere Ausführung und größere Stabilität unterschieden. Solche Instrumente waren die Verticalkreise. Sie waren gleich diesen auf vertikalen Axen angebrachte Instrumente, die ebenso noch eine Drehung um diese Verticalaxe gestatteten, deren Grad  $\alpha$  gleichfalls an einem kleinen Finstellkreise mittels Nonien abgelesen werden konnte. In solcher Verticalkreis (hier: Construction ist in fig. 179 abgebildet. Die Azimutalaxe  $A$  endigt an beiden Seiten in Zapfen, welche in Zapfen empfattet sind, die durch entsprechende Rectificationschrauben behufs Verticalstellung eine Verschiebung der Axe am oberen Ende in zwei aufeinander senkrechten Richtungen gestatten. Die Verticalstellung wird durch das Niveau  $V$  kontrollirt. Zur Einstellung im Azimuth dient ein Finstellkreis  $Q$ .



(A 170)

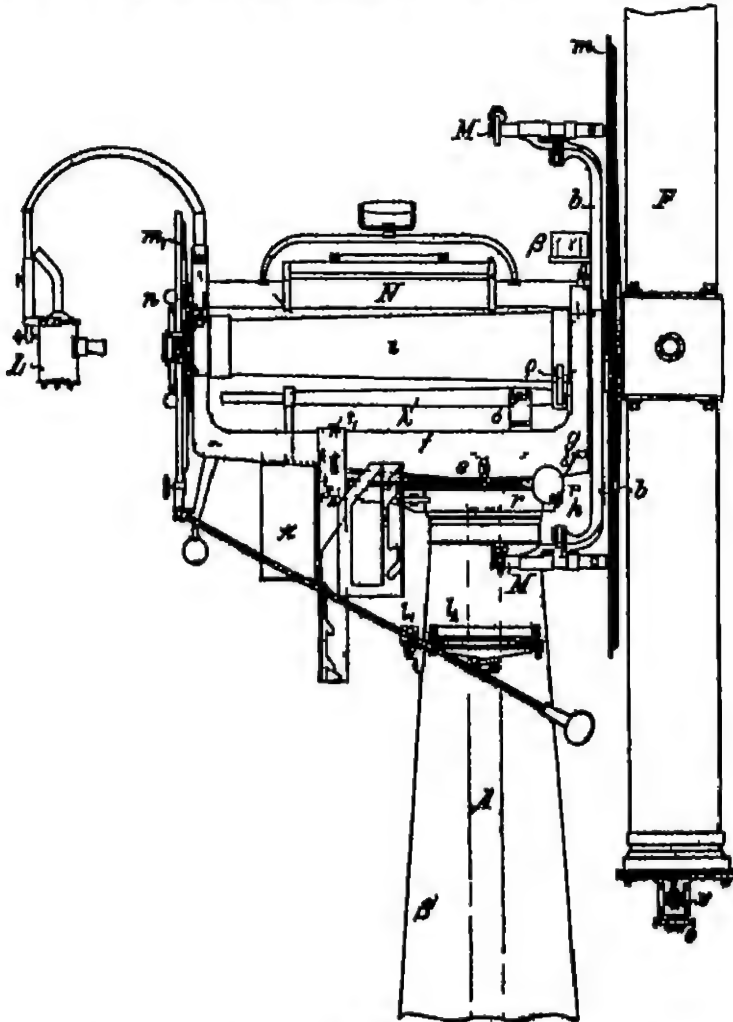
Nach Anweisung von H. A. L. in der astronomischen Beobachtungsinstrumentenfabrik

Die Verticalaxe trägt die hohle Blüthe  $B$ , mit welcher der fein getheilte Kreis  $G$  fest verbunden ist. In der Blüthe bewegt sich die Höhenaxe  $S$ , an welcher das Fernrohr  $O$  und der mit demselben verbundene Nonienkreis  $N$  fest aufgesetzt sind. Das Gewicht des Instrumentes ruht zum größten Theil auf den Rollen  $M, M'$ , welche durch entsprechende Hebelwerke  $L, L'$  und Gegengewichte zur Entlastung der Axe wirken.

Bei den späteren Verticalkreisen wurde die doppelte Lagerung der Azimutalaxe ebenfalls durch eine einfache Lagerung in einer vertikalen Säule ersetzt. In Beispiel dieser Einrichtung sieht die fig. 180, welche den Frischschon Verticalkreis der Sternwarte Pulkowa darstellt.

Die Azimutalaxe  $A$  ist in der Säule  $S$  gelagert, und von unten durch entsprechende, in Hebeln wirkende Gegengewichte nach oben gedrückt, so dass die Drehung des Instrumentes im Azimuth, in Folge der Entlastung der Axe in ihrem Lager, ohne Schwierigkeit vorgenommen werden kann. Die Säule  $S$  ruht auf drei Füßen, und kann die Verticalstellung mit Hilfe der beiden Hebeln  $L_1$  und  $L_2$  bewerkstelligt werden.

Die Azimutalaxe  $A$  trägt auf einer massiven Platte  $s$  die Wiege  $f$  mit den Lagern  $g$  für die Höhenaxe  $z$ , welche mittels des Niveaus  $N$  und der Stell schrauben  $s_1, s_2$  senkrecht zur Azimutalaxe und durch Verticalstellung dieser



(A. 480)

Nach Ammanns Handbuch der astronomischen Instrumentenkunde

horizontal gestellt werden kann. An den Lagern  $g$  sind die Mikroskopträger  $b$  mit den Mikroskopen  $M$  und auf der entgegengesetzten Seite die Nonien für den Aufsuchkreis  $w_1$  und in einem Metallbügel die Beleuchtungslampe  $J$  angebracht, welche das Licht durch eine Bohrung der Axe  $z$  sendet.

Die Höhenaxe  $z$  ruht mit dem größten Theil des Instrumentengewichts auf Rollen  $p$  und wird durch das an dem längeren Hebelarme des Hebels  $\lambda'$  wirkende Gewicht  $x$  equilibriert. An der Axe  $z$  ist das Fernrohr  $F$ , der fein getheilte Kreis  $w$  und der Aufsuchkreis  $w_1$  befestigt.

Die Stellung des Mikroskopträgers wird durch die Alhidenlibelle  $\beta$  kontrollirt, bezw. durch die Ablesung an derselben auf eine Normaleinstellung reducirt.

Das Instrument ist, wie schon erwähnt, nichts anderes als ein Höhenkreuz, bei welchem auf die Ablesung der Höhen eine besondere Sorgfalt aufgewendet

Zusammenfassung, und mussten für den astronomischen Gebrauch die Jahre, Monate und Tage erst in *Sexagesimas* etc. umgewandelt werden

Das Jahr bietet aber keine einheitliche Maassbestimmung, da dasselbe bei verschiedenen Völkern von verschiedener Länge angenommen wurde (vergl. den Artikel »Chronologie«), in allen Fällen muss dabei die Jahreslänge durch die Anzahl der in demselben enthaltenen Tage ausgedrückt werden. In den wichtigsten älteren astronomischen Schriften findet man zumeist das ägyptische Jahr zu 365 Tagen und später das julianische Jahr zu 365 25 Tagen zu Grunde gelegt. Die Vergleichung der verschiedenen Zeitangaben geschieht jedoch am besten durch die Angabe der Tageszahl in der julianischen Periode (s. »Chronologie«).

Wenn sich sonach als Maaßeinheit höhere Ordnung das Jahr nicht eignet, und dasselbe ausschliesslich den praktischen Bedürfnissen der Datirung entspricht, so bleibt als Normalmaass für die Zeit nur der Tag. Der periodischen Wiederkehr von Tag und Nacht entsprungen, hat man hierbei zunächst nur an die Umdrehung der Erde um ihre Axe in der ursprünglichen Auffassung zwischen zwei Sonnenuntergängen zu denken. Da aber bald die Verschiedenheit dieser Tageslänge auffallen musste, allerdings ursprünglich nur durch den Unterschied in dem Beginne des Tagesanfanges, der Verspätung in der ersten Hälfte, der Verfrühung in der zweiten Hälfte des Jahres, so wie die ungleiche Länge dieses Tages, wenn sie sich auch der unmittelbaren Beobachtung entzog, nicht zu übersehen, und so wie es sich um genaue Zeitangaben handelte, namentlich aber um die regelmässige Theilung des Tages durch Instrumente (Uhren), welche den Verspätungen bzw. Verfrühungen des Sonnenunterganges nicht folgen konnten, musste der Tagesanfang auf einen anderen Zeitpunkt verlegt werden, bei welchem diese Unregelmässigkeiten nicht hervortraten, und dieser war der stets gleichmässig wiederkehrende Durchgang der Sonne durch den Meridian. Die durch Sonnenbeobachtungen stets leicht zu erhaltende Zwischenzeit zwischen zwei gleichartigen (oberen) Culminationen der Sonne wird ein wahrer Sonnentag genannt.

Hiermit war jedoch nur eine der grössten Ungleichheiten in der Zeitmessung eliminirt, auch der wahr. Sonnentag ist nicht constant. Die Zeitmessung ist ja eigentlich hierbei auf die Rotation der Erde um ihre Axe zurückgeführt, und es dient als Zeiteinheit die Zeit, welche die Erde zu einer vollen Umdrehung braucht. Eine solche Umdrehung, bei welcher irgend ein Halbmesser der Erde räumlich genau in dieselbe Richtung fällt, vollzieht sich aber nicht in einem Sonnentage, sondern, da die Richtung des Erdhalbmessers im Raume durch denjenigen Ort der Himmelskugel bestimmt ist, welchen dieser Halbmesser zwischen den Sternen trifft, in einer andern Zeit, nämlich in derjenigen, welche zwischen zwei gleichartigen (oberen) Culminationen eines und desselben Sternes verfliesst. Diese Zeit nennt man einen Stern-tag. Die in Stunden (Theilen des Stern-tages) Minuten und Sekunden ausgedrückte Zeit ( $\alpha$   $\beta$  von der Culmination eines bestimmten Punktes der Himmelskugel an gerechnet) heisst die Sternzeit, und demnach spricht man auch von Sternzeitstunden u. s. w.

Es mag an dieser Stelle kurz bemerkt werden, dass auch der Stern-tag keine constante Grösse ist, sondern durch mechanische Einflüsse (die Flutwelle), die Contraction der Erdrinde, Niederschläge von kosmischem Staub u. s. w., vergl. den Art. »Mechanik des Himmels«, die Tageslänge etwas veränderlich sein kann, ob die secularacceleration des Mondes diesen oder anderen Umständen zu zuschreiben ist, ist bisher noch nicht mit Sicherheit entschieden.



Die Verschiedenheit von Sterntag und Sonnentag rührt davon her, dass sich die Sonne in Folge der Revolution der Erde um dieselbe, zwischen den Gestirnen fortzubewegen scheint, da diese Bewegung von West nach Ost vor sich geht, während die tägliche Drehung des Fixsternhimmels in der entgegen gesetzten Richtung, von Ost nach West stattfindet, so wird die Sonne nach einer vollen Umdrehung der Erde um ihre Axe, zwischen den Sternen etwas weiter gerückt sein und erst einige Zeit später culminiren als derjenige Punkt (Stern) bei welchem sie während ihrer vorbeigehenden gleichartigen Culmination stand. Der Sonnentag ist etwas länger als der Sterntag.

Da die Sonne nach einem Jahre wieder zu demselben Punkte zurückkehrt, so wird sie jeden Tag um den 866 256 858 Theil des ganzen Umkreises, also nahe  $1^\circ$ , d. i.  $4''$  täglich, später culminiren, was dadurch in die Erscheinung tritt, dass scheinbar die Fixsterne um diesen Betrag täglich früher culminiren. Man nennt diese Erscheinung die Acceleration der Fixsterne.

Der Betrag von  $4''$  ist nur eine Näherung. Zu einem genauem Werthe gelangt man auf folgende Weise. Die Sonne gelangt nach 866 256 858 Sonnentagen wieder in dieselbe Position zu den Fixsternen (siderisches Jahr), während welcher Zeit aber die Erde genau um eine Rotation mehr um ihre Axe, d. h. 866 256 858 Rotationen gemacht hat. Eigentlich wäre daher das Verhältniss

Länge des Sonnentags : Länge des Sterntags = 866 256 858 : 866 256 858

Im Grunde wäre es gleichgültig, welchen Stern man hierbei als Zeitmesser gebraucht, für den Anfang des Sterntags müsste aber ein ganz bestimmter Stern gewählt werden, so dass der Sterntag stets und überall mit der Culmination dieses Sternes beginnen würde. Unter allen Punkten in der Himmelskugel ist nun ein besonderer, der in vielen Hinsichten eine bevorzugte Stellung einnimmt, nämlich der Frühlingspunkt, und es lag daher nahe, diesen als Anfangspunkt der Zählung zu wählen, so dass der Sterntag mit der Culmination des Frühlingspunktes beginnt. Dass hierdurch der Einfluss der Eigenbewegung der Fixsterne auf die Lageveränderung wegg fällt, kann kaum als Vortheil betrachtet werden, da sich selbst in historischen Zeiträumen in dieser Richtung keine Abweichungen ergeben würden. Hingegen hat diese Zählung mancherlei Nachtheile, welche von dem Einfluss der Nutation herrühren, worüber später noch Einiges gesagt wird.

Zählt man nun aber den Sterntag von der Culmination des Frühlingspunktes, so dass 0<sup>te</sup> Sternzeit zu Zeit der Culmination,  $1^h$ ,  $2^h$ ,  $3^h$  Sternzeit ist, wenn der Stundenwinkel des Frühlingspunktes  $1^h$ ,  $2^h$ ,  $3^h$  beträgt, so ist der Einfluss der Präcession nicht zu übersehen. Das Zusammenfallen der Culmination der Sonne mit der Culmination des Frühlingspunktes findet (allerdings alljährlich nur für einen bestimmten Ort der Erde, v. den Artikel »Orte«) in Zwischenzeiten statt, welche gleich sind dem tropischen Jahr, daher sind

866 242 201 Sonnentage = 866 242 201 Sterntage (1)

Die Bewegung der Sonne zwischen den Sternen ist aber nicht gleichmässig, sie ist schneller im Winter, langsamer im Sommer, sie findet ausserdem in der Ekliptik und nicht im Aequator statt, und eine selbst gleichförmige Bewegung in der Ekliptik würde sich nicht als gleichmässig auf den Aequator projectiren, die Intervalle zwischen zwei aufeinander folgenden gleichartigen Culminationen von einander gleichen Intervallen in der Ekliptik werden demnach nicht gleich lang sein, und umso länger, je grösser die Deklination des betrachteten Punktes ist. Um auf ein gleichförmiges Maass zu kommen, muss daher an die Stelle der ungleichförmigen Bewegung der Sonne eine gleichförmige substituirt werden,

so dass der Zeitraum zwischen zwei Durchgängen der Sonne durch den Frühlingspunkt dieselbe ist (886 242 201 Sternzeit), dieses Intervall aber durch eine der wirklichen Anzahl der Sonnentage (886 242 201) gleiche Anzahl von einander völlig gleich langen Tagen dargestellt wird. Man nimmt also eine in gleichmässiger Bewegung im Äquator sich bewegendes fingierte, an Stelle der wahren Sonne zu setzende an und nennt sie die mittlere Sonne, und die Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden gleichartigen Culminationen der wahren Sonne einen wahren Sonnentag, die Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden gleichartigen Culminationen der mittleren Sonne den mittleren Sonnentag. Die Culminationszeit der wahren, bezw. mittleren Sonne wird als wahre, bezw. mittlerer Mittag mit  $0^h$  wahre, bezw. mittlere Zeit bezeichnet, und die in Stunden (den 24ten Theil des Intervalles zwischen zwei aufeinanderfolgenden wahren, bezw. mittleren Mittagen), Minuten und Secunden ausgedrückte, seit der letzten oberen Culmination verfloßsenen Zeit die wahre Sonnenzeit, bezw. mittlere Sonnenzeit genannt.

Der Unterschied zwischen der wahren und mittleren Sonnenzeit heisst die Zeitgleichung.

II Bürgerliche Zeit, Astronomische Zeit, Ortszeit, Weltzeit, Zonenzeit. In der bürgerlichen Zeitrechnung zählt man den Tag in zwei Abschnitten von  $12^h$  oder  $0^h$  Mittag bis Mitternacht, und ebenso von Mitternacht bis Mittag. Der Anfang des Tages wird in die Mitternacht verlegt, so dass ein Datum dem Zeitintervall von einer Mitternacht zur nächsten entspricht. Für astronomische Beobachtungen würde dies den Nachtheil haben, dass man um Mitternacht, um welche Zeit die meisten Beobachtungen fallen, das Datum wechseln müsste. Man ist daher übereingekommen, die Zählung mit dem Mittag zu beginnen, so dass der Datumwechsel auf diesen fällt, und zwar so, dass jedes Datum um einen halben Tag später beginnt. Ueberdies überwindet die Zeit fortlaufend von  $0^h$  bis  $24^h$  gezählt. Es ist demnach

$N - 12^h$  astronomisch  $= 0^h - 12^h$  NM (p. m.) bürgerlich, Datum identisch,

$12^h - 24^h$  astronomisch  $= 0^h - 12^h$  VM (a. m.) bürgerlich, astronomisches Datum um 1 kleiner als das bürgerliche Datum,  $\pm B$ .

Febr 8,  $7^h 25^m 18^s$  astr  $=$  Febr 8,  $7^h 25^m 18^s$  NM (Abends) bürgerlich

Febr 8,  $18^h 14^m 88^s$  astr  $=$  Febr 9,  $6^h 14^m 88^s$  VM (Morgens) bürgerlich

Die Culminationszeit der wahren oder mittleren Sonne, eines Sternes oder des Frühlingspunktes gilt natürlich nur für einen Beobachtungsort, und man erhält demnach den wahren oder mittleren Mittag oder  $0^h$  Sternzeit des Beobachtungsortes, d. h. Ortszeit. Die Ortszeiten verschiedener Orte sind von einander verschieden und zwar um den Längenunterschied, ausgedrückt im Zeitmaasse. Ist  $\theta_s$  die Ortszeit eines östlich gelegenen Punktes,  $\theta_w$  die Ortszeit des westlich gelegenen,  $\lambda$  der Längenunterschied, ausgedrückt im Zeitmaasse (also  $\frac{1}{15}$  des im Gradmaasse ausgedrückten), so ist

$$\lambda = \theta_s - \theta_w,$$

$$\theta_s = \theta_w + \lambda, \quad \theta_w = \theta_s - \lambda \quad (2)$$

Zu beachten ist, dass die Längenunterschiede für die Verwandlung von Sternzeiten in Sternzeit, bei Verwandlungen von mittleren Zeiten in mittlere Zeit durch dieselbe Zahl  $\lambda$  ausgedrückt erscheinen, da sich der Längenunterschied von  $24^h$  Sternzeit auf  $360^\circ$  vertheilt, ebenso über auch der Längenunterschied von  $24^h$  mittlerer Zeit.

Diese Beziehungen werden wichtig, wenn man aus den Astronomischen Ephemeriden (Berliner Astronomisches Jahrbuch, Greenwich oder Washingtoner Nautical Almanac, Pariser *Connaissance des temps*) gewisse Grössen (Starnörter, Mondstärken etc.) für bestimmte Zeiten irgend eines Beobachtungsortes zu entnehmen hat. Die aufgenommenen, mit der Zeit verbundenen Grössen sind meist tabulirt für den mittleren Mittag (mitunter auch für den wahren Mittag) der Ephemeride. Um nun die gesuchte Grösse für eine gewisse Zeit  $\theta$  eines Beobachtungsortes zu finden, dessen Längenunterschied  $\lambda$  gegen den Meridian der Ephemeride (Berlin, Greenwich, Paris, Washington) ist, hat man die Zeit  $\theta$  durch Anbringung des Längenunterschiedes in Ortszeit der Ephemeride (Berliner, Greenwicher Zeit etc.) zu verwandeln. Wird der Längenunterschied  $\lambda$  positiv gehalten, wenn der Beobachtungsort westlich von dem Meridian der Ephemeride liegt, so wird der Ortszeit  $\theta$  des Beobachtungsortes die Zeit der Ephemeride  $\theta + \lambda$  entsprechen, und die für diese Zeit der Ephemeride entnommene Zahl ist für die Ortszeit  $\theta$  des Beobachtungsortes gültig. Beispiele werden sich im Folgenden ergeben.

Diese Rechnungen würden wesentlich vereinfacht werden, wenn auf die Ortszeit verzichtet würde, und jede Uhr durch Anbringung des Längenunterschiedes sofort auf den Meridian einer Ephemeride reducirt würde. Die nach Greenwicher Zeit gestellten Uhren gäben dann an jedem Ort der Erde die Zeit des Normalmeridians, die sogen. Weltzeit. Mancherlei Uebelstände, welche bei einer solchen Umfickung unvermeidlich sind, namentlich der Umstand, dass 0 Uhr Weltzeit auf die verschiedensten Tageszeiten fallen könnte, brachten es mit sich, an Stelle der Weltzeit eine andere zu substituiren, welche von der Weltzeit um eine ganze Anzahl von Stunden differirt, daher leicht auf dieselbe reducirt werden kann, sich dabei aber der Ortszeit möglichst nahe anschliesst, die sogen. Zonenzeit. Für alle Orte, die etwa eine halbe Stunde Längen-differenz beiderseits vom Normalmeridian (Greenwich) haben, gilt die Zeit des Normalmeridians (Westeuropäische Zeit), für alle zwischen einer halben Stunde und  $1\frac{1}{2}$  Stunden Längendifferenz liegenden gilt die um  $1^h$  vermehrte Zeit des Normalmeridians (Mitteleuropäische Zeit), für diejenigen Orte, die nahe zwischen  $1\frac{1}{2}$  und  $2\frac{1}{2}$  Stunden Längendifferenz gegen Greenwich haben, gilt die um 2 Stunden vermehrte Greenwicher Zeit (Osteuropäische Zeit). Daraus folgt, dass *WLZ* gleich der Zeit des Normalmeridians (Greenwich) ist, *MLZ* auf die Zeit der Ephemeride durch Anbringung der Reduction —  $1^h$  verwandelt wird, *OLZ* endlich durch Anbringung der Correction —  $2^h$  Unbequemlichkeiten gegen die bürgerliche Zählweise können dabei nicht entstehen, da die Unterschiede zwischen Ortszeit und Zonenzeit höchstens eine halbe Stunde erreichen können.

Schiebt man nun nach Osten weiter, so wird die Weltzeit dieselbe bleiben, aber die Zonenzeit fortschreitend um  $1^h$ ,  $2^h$ , die Ortszeit successive, grösser werden. Nach Umschreiten der ganzen Erde würde demnach die Ortszeit in den dem Normalmeridian nächst gelegenen Orten um nahe  $24^h$  grösser, d. h. das Datum um 1 grösser sein. Umgekehrt würde beim Fortschreiten nach Westen in derselben Weise die Zonenzeit um  $1^h$ ,  $2^h$  kleiner werden, und demnach schliesslich die dem Normalmeridian nächstgelegenen östlichen Punkte ein um 1 kleineres Datum haben. Schreitet man nach beiden Seiten fort, so wird man hierbei zu Orten gelangen, bei denen das Datum zu beiden Seiten, je nach der Richtung, in welcher man sich denselben nähert, oder ursprünglich genähert hat, eine Differenz von  $1^d$  zeigen. Die Entdeckung der Inselwelt Polynesiens erfolgte meist gegen Westen hin (auf dem Wege über Amerika), während die an der Ostküste

Asiens gelegenen Inseln, der australische Continent mit den nächstgelegenen Inseln, also Borneo, Celebes, Neu Guinea, Neu Caledonien, Neu Seeland auf dem Wege um die Südspitze von Afrika erreicht wurde. Die genannten Inseln hatten daher gegen die nächstgelegenen Philippinen und allen von diesen östlich gelegenen ein um 1 verschiedenes Datum. Seit 31 December 1844<sup>1)</sup> wurde aber die Datungsgrenze dahin rectificirt, dass sie nunmehr fast genau  $180^\circ$  von Greenwich verläuft, nur zwischen Asien und Amerika, an der Behringstrasse biegt sie etwas nach Osten ab, um nicht innerhalb Asiens zu gehen, und ebenso geht sie östlich an den Fidisch Inseln vorüber, die sie daher den westlichen Inselgruppen zugesellt.

**III Zeitgleichung** Der Unterschied zwischen wahrer und mittlerer Sonnenzeit rührt von der ungleichförmigen Bewegung der Sonne einerseits und von der Neigung der Sonnenbahn gegen den Aequator andererseits her. Um die ungleichförmige Bewegung der Sonne in der Ekliptik auf eine gleichförmige im Aequator zu reduciren, hat man zu beachten, dass die wahre und die mittlere Sonne gleich zeitig durch den Frühlingspunkt gehen, und wegen des gleichförmigen Fortschreitens der mittleren Sonne im Aequator wird, in der Zeit  $t$ , ausgedrückt in mittleren Sonnentagen, der Abstand der mittleren Sonne im Aequator vom Frühlingspunkt, d. i. die Rectascension der mittleren Sonne gleich  $Mt$  sein, wenn  $M$  der Weg ist, um welchen die Sonne sich in einem Sonnentage von dem in stationären Frühlingspunkt entfernt<sup>2)</sup>.  $M$  ist daher die mittlere tropische Bewegung der Sonne in einem Sonnentage, daher  $Mt$  die mittlere Länge der Sonne, woraus folgt, dass

Die Rectascension der mittleren Sonne = mittlerer Länge der (wahren) Sonne

Der wirkliche Abstand der wahren Sonne nach dieser Zeit  $t$  vom Frühlingspunkt ist aber ihre wahre Länge =  $L$ , und um den Unterschied zwischen der wahren Zeit und der mittleren Zeit zu finden, hat man die Zwischenzeit zwischen der Culmination der wahren und der mittleren Sonne zu suchen.

Die Zwischenzeit zwischen dem Momente der Culmination der mittleren Sonne und der Culmination des Frühlingspunktes ist durch ihre Rectascension

$$\theta_m = Mt \quad (8)$$

gegeben<sup>3)</sup>. Ist  $M$  dabei, wie angenommen, die mittlere tropische Bewegung in einem mittleren Sonnentage, so ist  $\theta_m$  bereits ein in mittlerer Zeit ausgedrücktes Intervall.

Um die Zeit der Culmination der wahren Sonne zu finden, hat man ihre Rectascension  $\alpha$  zu dieser Zeit zu suchen. Man findet diese aus der wahren Länge  $L$  nach der Formel

$$\tan \alpha = \tan L \cos \varepsilon, \quad (8a)$$

<sup>1)</sup> vfr. JEROLIM Freiherr v. BENKO, »Das Datum auf den Philippinen«, Wien 1890.

<sup>2)</sup> Bezüglich des Einflusses der Präcession, namentlich aber der Nutation vergl. das pag. 140 Gesagte. Hier mag noch erwähnt werden, dass man früher von einer »ersten mittleren Sonne«, sprach welche sich gleichmäßig in der Ekliptik bewegte, und einer »zweiten mittleren Sonne« die sich gleichmäßig im Aequator bewegt, so dass die Rectascension der zweiten mittleren Sonne gleich wäre der Länge der ersten mittleren Sonne. Man findet auch heute noch häufig diese Ausdrucksweise, welche nach obigem jedoch völlig unnötig ist, und den Gegenstand durchaus nicht klarer macht.

<sup>3)</sup> Eigentlich  $\theta_m = M_0 + Mt$ , wenn  $M_0$  die mittlere Länge für die Epoche ist, welche aber hier, da  $t$  von dem Durchgange durch den Frühlingspunkt an gerechnet wird, gleich Null ist.

wenn  $\epsilon$  die Schiefe der Ekliptik ist. Die Zeitgleichung ist dann, wenn  $\alpha$  und  $\theta_m$  im Zeitmaasse (Stunden, Zeitminuten und Zeitsecunden) ausgedrückt werden

$$Z = \alpha - \theta_m, \quad (4)$$

der Zeitunterschied, um welchen die wahre Sonne später culminirt als die mittlere Sonne, (welcher Betrag auch negativ werden kann), ausgedrückt in mittlerer Zeit, wenn auch  $\alpha$  mit der mittleren Bewegung der Sonne in einem mittleren Sonnentage gerechnet wird.  $Z$  ist nach (4) der westliche Stundenwinkel der mittleren Sonne zur Zeit des Meridianganges der wahren Sonne, d. h. die Zeitgleichung ist die mittlere Zeit im wahren Mittage.

Nach LE VERRILLER'S Sonnen Tafeln ist

$$L = Mt + 6818'' 87 \sin(Mt - \pi) + 72'' 52 \sin 2(Mt - \pi) + 1'' 05 \sin 3(Mt - \pi) + \text{Störungsglieder}$$

wobei  $\pi$  die Länge des Perihels der Erde bedeutet. Sucht man mit diesem Werthe von  $L$  nach (8a) den Ausdruck für  $\alpha$ , so ergibt sich eine Function von  $\sin Mt$ ,  $\cos Mt$ ,  $\sin 2Mt$ ,  $\cos 2Mt$ , deren Coefficienten von  $\pi$  abhängig sind. Als Function von  $Mt$  kann daher die Zeitgleichung mit dem Argumente  $t$ , d. i. von Tag zu Tag tabulirt werden. Sie ist aber selbstverständlich an demselben Tage verschiedener Jahre verschieden, und zwar 1) weil die mittlere Länge der Sonne für den Jahresanfang nicht für alle Jahre dieselbe ist, und 2) weil der Werth von  $\pi$  veränderlich ist. Genähert wird die Zeitgleichung für die einzelnen Daten aus der folgenden Tabelle entnommen werden können (der letzte des Monats unter der Rubrik 31 des Diums eingesetzt)

Datum	1	11	21	31
Januar	+ 8 <sup>m</sup> 58 <sup>s</sup>	+ 7 <sup>m</sup> 57 <sup>s</sup>	+ 11 <sup>m</sup> 24 <sup>s</sup>	+ 13 <sup>m</sup> 37 <sup>s</sup>
Februar	+ 13 45	+ 14 27	+ 13 58	+ 12 50
März	+ 12 39	+ 10 19	+ 7 20	+ 4 26
April	+ 4 7	+ 1 13	- 1 12	- 2 47
Mai	- 2 55	- 3 46	- 8 50	- 2 39
Juni	- 2 30	- 0 46	+ 1 22	+ 3 15
Juli	+ 3 27	+ 5 8	+ 6 8	+ 6 11
August	+ 6 8	+ 5 6	+ 3 8	+ 0 23
September	+ 0 4	- 3 15	- 6 45	- 9 50
Oktober	- 10 10	- 13 6	- 15 18	- 16 17
November	- 16 20	- 15 56	- 11 9	- 11 25
Dezember	- 11 8	- 6 51	- 2 1	+ 2 55

Die Zeitgleichung wird viermal im Jahre gleich Null, nämlich gegenwärtig am 15 April, 14 Juni, 1 September und 25 December, sie erreicht vier Maxima (2 positive, 2 negative) und zwar gegenwärtig

die positiven Maxima am 12 Februar + 14<sup>m</sup> 27<sup>s</sup> und am 26 Juli + 6<sup>m</sup> 17<sup>s</sup>, die negativen Maxima am 15 Mai - 3<sup>m</sup> 50<sup>s</sup> und am 3 November - 16<sup>m</sup> 22<sup>s</sup>.

Die Folge der Verschiedenheit der wahren und mittleren Zeit ist zunächst eine scheinbar ungleiche Länge des Vor und Nachmittags, vorzugsweise zu gewissen Jahreszeiten.

Als Maass der Zeit kann nur die mittlere Zeit angesehen werden, da der Voraussetzung nach alle mittleren Sonnentage einander gleich sind. Der wahre Sonnentag wird nun zu Zeiten länger, zu Zeiten kürzer sein als dieser. Er wird am längsten, bzw am kürzesten, wenn die Zeitgleichung sich am raschesten ändert, die Aenderung der Zeitgleichung hat ein positives Maximum am

23 December und 7701 gleich  $80^\circ$ , daher die Dauer des wahren Tages  $24^h 0^m 50^s$ . Ein negatives Maximum fällt Mitte September, der Betrag der Aenderung beträgt hier  $-21^s$ , daher die Dauer des wahren Tages nur  $23^h 59^m 89^s$ .

In der Praxis fällt dieser Unterschied nicht auf, merklich hingegen wird der zweite Einfluss. Da nämlich am 12 Februar die Zeitgleichung  $+14^m 27^s$  beträgt, so wird die wahre Zeit im mittleren Mittage gleich  $0^h - Z = 11^h 15\frac{1}{2}^m$ . Die Culmination der wahren Sonne fällt daher schon in den Nachmittag, und diese (d. h. die Zeit vom mittleren Mittage bis zum Sonnenuntergange) ist um den doppelten Betrag der Zeitgleichung, d. i. um nahe eine halbe Stunde länger als der Vormittag. Am 3 November hingegen fällt die Culmination der wahren Sonne um  $16^m 22^s$  vor dem mittleren Mittage, der Vormittag ist in Folge dessen um mehr als eine halbe Stunde länger als der Nachmittag. Beide Perioden fallen in die Zeiten der kurzen Tagebogen der Sonne, so dass hierdurch der ohnedies kurze Nachmittag des November und December noch kürzer und zwar einschliesslich Lürzer erscheint als der Vormittag wie eben auch die scheinbar späten Sonnenaufgänge des Monats Februar und die gegenüber den kurzen Vormittagen auffallend längeren Nachmittage ihren Grund haben.

#### IV Zeitverwandlungen

a) Mittlere und wahre Zeit. Da  $Z$  denjenigen Zeitunterschied bedeutet, um welchen die wahre Sonne später culminirt, als die mittlere Sonne, so wird auch die wahre Sonne jeden Stundenwinkel um diesen Zeitunterschied später erreichen als die mittlere Sonne, daher wird in einem gewissen absoluten Zeitmomente der Stundenwinkel der wahren Sonne um diesen Betrag kleiner sein als der Stundenwinkel der mittleren Sonne, d. h. es ist, wenn man mit  $W$  die wahre Zeit, mit  $M$  die mittlere Zeit bezeichnet

$$M - W = Z$$

oder

$$M = W + Z, \quad W = M - Z \quad (b)$$

Diese Formeln dienen zur Verwandlung der mittleren und wahren Zeit in einander.

Die Zeitgleichung ist natürlich aus den Ephemeriden zu entnehmen, und zwar aus den benachbarten Ephemeridenwerthen zu interpoliren, wobei, wenn die äusserste Genauigkeit erreicht werden soll, auch auf die zweiten Differenzen Rücksicht genommen werden muss.

#### Beispiele

1) 1901 März 6,  $5^h 52^m 26^s 46$  M Z Wien (k k militärgeographisches Institut,  $\lambda = -11^m 50^s$  gegen Berlin) ist in wahre Zeit zu verwandeln. Man erhält mit dem angegebenen Längenunterschied

$5^h 52^m 26^s 46$  M Z Wien  $= 5^h 20^m 36^s$  M Z Berlin  $=$  M'rz 6 2226 M Z Berlin  
Nach dem Berliner astronom. Jahrbuch ist für den mittleren Mittag

1901 März 6	$Z = +11^m 34^s 42$	$\Delta'$	$\Delta''$
7	$+11 \quad 20 \quad 18$	$-14^s 24$	$-0^s 40$
8	$+11 \quad 5 \quad 54$	$-11 \quad 64$	

Da  $n = +0.2226$ ,  $\frac{n(n-1)}{2} = -0.0865$  ist, so folgt  $n\Delta' = -3^s 170$ ,

$\frac{n(n-1)}{2} \Delta'' = +0^s 084$  demnach die interpolirte Zeitgleichung für die ge-

fundene Zeit der Ephemeride, d. i. der gegebenen M Z Wien



$$\begin{array}{rcl} & Z = + 11^{\text{h}} 31^{\text{m}} 28^{\text{s}} \\ \text{Wien, mittl Zeit} & \Delta T = 5^{\text{h}} 53^{\text{m}} 28^{\text{s}} 16 \\ \text{Wien, wahr Zeit} & W = 5^{\text{h}} 20^{\text{m}} 55^{\text{s}} 18 \end{array}$$

2) 1901 Februar 19,  $8^{\text{h}} 7^{\text{m}} 36^{\text{s}} 18$  W Z Wien ( $\varphi = -11^{\circ} 50'$ ) in mittlere Zeit zu verwandeln

Das Berliner astronomische Jahrbuch giebt die Zeitgleichung für mittlere Zeit, um zu interpoliren, muss dabei diese bekannt sein, man erhält leicht einen genügend genähereten Werth durch Anbringung eines ersten genähereten Werthes der Zeitgleichung, sollte der resultirende Werth vom Ausgangswerth sehr verschieden sein, so muss die Rechnung wiederholt werden. In diesem Falle ist

$$\begin{array}{rcl} \text{Wahre Zeit Wien} & 8^{\text{h}} 7^{\text{m}} 36^{\text{s}} 18 \\ \text{Genäherete Zeitgleichung} & + 11^{\text{h}} 5^{\text{m}} \\ \hline \text{Genäherete M Z Wien} & 8^{\text{h}} 21^{\text{m}} 41^{\text{s}} \\ \lambda = & - 11^{\text{h}} 50^{\text{m}} \\ \hline \text{Genäherete M Z Berlin} & 8^{\text{h}} 9^{\text{m}} 51^{\text{s}} = \text{Februar 19 1818} \end{array}$$

Nach dem Berliner Jahrbuche ist für den mittleren Mittag

$$\begin{array}{rcl} \text{Februar 19} & Z = + 11^{\text{h}} 5^{\text{m}} 82^{\text{s}} & \Delta' \quad \Delta'' \\ 20 & + 14^{\text{h}} 0^{\text{m}} 00^{\text{s}} & - 5^{\text{h}} 82^{\text{s}} \quad - 0^{\text{h}} 67^{\text{s}} \\ 21 & + 18^{\text{h}} 58^{\text{m}} 51^{\text{s}} & - 6^{\text{h}} 40^{\text{s}} \end{array}$$

demnach interpolirt  $Z = + 11^{\text{h}} 5^{\text{m}} 09^{\text{s}}$

und damit die mittlere Zeit  $8^{\text{h}} 21^{\text{m}} 41^{\text{s}} 27$

b) Sternzeit und wahre Zeit. Da die wahre Zeit gleich ist dem Stundenwinkel der wahren Sonne, so ist, wenn  $\alpha_0$  die Rectascensionen der Sonne zur Sternzeit  $\theta$  bedeutet:

$$\theta = \alpha_0 + W, \quad W = \theta - \alpha_0 \quad (6)$$

Für den Fall, als die Ephemeriden die Rectascensionen der Sonne im wahren Mittage geben, wird dabei die Rechnung von  $\theta$  sehr einfach, ist  $\theta$  gegeben, so ist allerdings auch hier wieder eine genäherete Kenntniss von  $W$  nöthig, weil dann  $\alpha_0$  mit dem Argumente  $W$  erhalten werden kann, diese Verwandlungen kommen aber in der Praxis kaum vor, und sollte dies der Fall sein, so wird man besser thun, die Verwandlung mit Hilfe der mittleren Zeit vorzunehmen, nothwendig wäre dies auch in dem Falle, der jetzt fast ausschliesslich vorkommt, dass die Rectascensionen der Sonne für den mittleren Mittag gegeben sind.

c) Sternzeit und mittlere Zeit. Da 365 242 201 mittlere Sonnentage = 866 242 201 Sternzeit sind, so ist

$$1 \text{ mittl. Sonnentag} = \frac{365 \ 242 \ 201}{866 \ 242 \ 201} \text{ Sternzeit} = 1 \text{ Sternzeit} + 3^{\text{h}} 56^{\text{m}} 55^{\text{s}} \text{ Sternzeit}$$

$$1^{\text{h}} \text{ mittlere Zeit} = (1^{\text{h}} + 0^{\text{h}} 85048^{\text{s}}) \text{ Sternzeit}$$

$$1 \text{ Sternzeit} = \frac{365 \ 242 \ 201}{866 \ 242 \ 201} \text{ mittl. Sonnentage} = 1 \text{ mittl. Sonnentag} - 3^{\text{h}} 56^{\text{m}} 509^{\text{s}} \text{ mittl. Z}$$

$$1^{\text{h}} \text{ Sternzeit} = (1^{\text{h}} - 0^{\text{h}} 82956^{\text{s}}) \text{ mittlere Zeit}$$

Um diese Rechnung zu vereinfachen, hat man Hilfstafeln, welche direkt aus jedem in mittlerer Zeit gegebenen Intervall das zugehörige Sternzeitintervall geben, und umgekehrt, eine solche hier zu geben ist unnöthig, da sie sich in allen Ephemeridensammlungen, deren man zu diesem Zwecke hier ohnedies bedarf, findet. Um nämlich die Zeitangaben selbst (nicht bloss die Zeitintervalle) zu verwandeln, ist es noch nöthig die Sternzeit im mittleren Mittage zu kennen. Kennt man dieselbe für irgend einen mittleren Mittag, so ist dieselbe natürlich für jeden



folgenden durch Addition des Betrages von  $8^m 56^s 555$  zu erhalten. Da nach HANSEN die mittlere Rectascension der Sonne für 1850 Januar 0,  $0^h$  mittlere Pariser Zeit  $18^h 39^m 9^s 261$  war, so ist damit die Sternzeit im mittleren Mittage für alle Folgezeit gegeben. Aus der Aenderung in einem Tage oder noch besser der mittleren tropischen Bewegung in einem Jahre erhält man die Aenderung der Sternzeit im mittleren Mittage

$$\text{für 865 Tage gleich } 28^h 59^m 2^s 706 = - 57^s 294$$

$$\text{für 866 Tage gleich } 24^h 2^m 59^s 261 = + 2^m 59^s 261$$

und für einen Zeitraum von 4 Jahren, in welchem ein Schaltjahr ist gleich  $+ 7^s 379$

Diese Rechnung wird dadurch umgangen, dass die Ephemeridensammlungen die Sternzeit im mittleren Mittage für jeden Tag des Jahres geben. Der aufgenommene Werth  $\theta_{00}$  ist jedoch die Sternzeit im mittleren Mittage für den Meridian der Ephemeride. Für irgend einen anderen Meridian ist dieselbe natürlich eine andere. Da sie sich bei der Aenderung der Länge um  $24^h$  (einen Tag) um den vollen Betrag von  $8^m 56^s 555$  ändert, so ändert sie sich für jede

Stunde Längenänderung um  $\frac{288^s 555}{24} = 9^s 866$  und zwar wird für westlich gelegene

Punkte die Sternzeit im mittleren Mittage grösser, weil die Sonne später culminirt. Es wird daher die Sternzeit im mittleren Mittage  $\theta_0$  für einen Ort, dessen Längenunterschied gegen den Meridian der Ephemeride  $\lambda$  ist, ausgedrückt in Stunden und positiv, wenn der Ort westlich liegt, gleich

$$\theta_0 = \theta_{00} + 9^s 866 \lambda$$

Das Berliner Astronom Jahrbuch giebt diese Werthe in der Colonne »Correct der Sternzeit« in dem Verzeichniss der »Coordinationen der Sternwarten«.

Zur Verwandelung von Sternzeit  $\theta$  in mittlere Zeit ist zunächst  $\theta - \theta_0$  das Sternzeitintervall seit dem vorhergehenden Mittage, dieses Intervall ist durch die Tafeln oder durch Subtraction von  $9^s 82956$  für jede Stunde in ein mittleres Zeitintervall zu verwandeln, wodurch man sofort das in mittlerer Zeit ausgedrückte Intervall seit dem vorhergehenden Mittage, also die mittlere Zeit erhält. Es ist daher

$$M = (\theta - \theta_0) - (\theta - \theta_0)_0 9^s 82956 \quad (7a)$$

Umgekehrt, hat man mittlere Zeit  $M$  in Sternzeit zu verwandeln, so ergibt sich zunächst für das seit dem vorhergehenden Mittage verfllossene mittlere Zeitintervall  $M$  das zugehörige Sternzeitintervall gleich

$$M + M_0 9^s 85648,$$

addirt man hierzu die Sternzeit  $\theta_0$  im vorhergehenden Mittage, so erhält man die gesuchte Sternzeit in dem gegebenen Moment, gleich

$$\theta = M + M_0 9^s 85648 + \theta_0 \quad (7b)$$

### Beispiele

1) Für Wien (Univ Sternwarte,  $\lambda = - 0^h 11^m 46^s 58$ ) ist die mittlere Zeit März 19,  $17^h 4^m 38^s 45$  in Sternzeit zu verwandeln.

Für  $\lambda = - 11^m 46^s 58$  findet man (durch Rechnung oder aus dem Berliner Jahrbuche) die Correction der Sternzeit im mittleren Mittage  $- 1^s 98$ .

Die vorgegebene mittlere Zeit ist astronomisch, (bürgerlich gleich März 20,  $5^h 4^m 38^s 45$  Morgens) das Intervall seit dem vorhergehenden Mittage giebt, in ein Sternzeitintervall verwandelt,

Mittlere Zeit März 19	17 <sup>h</sup> 4 <sup>m</sup> 58 <sup>s</sup> 45	
Reduct auf Sternzeit	+ 2 48 82	
Sternzeit im mittleren Wiener Mittage März 19	28 45 10 08	Steinzeit im mittleren Berl Mittage März 19 28 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup> 11 <sup>s</sup> 98
		Reduction auf Wien — 1 98
Sternzeit Wien	16 <sup>h</sup> 52 <sup>m</sup> 86 <sup>s</sup> 80	
2) Sternzeit Januar 27	8 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup> 27 <sup>s</sup> 18	Wien, Univ Sternwarte in mittlere Zeit zu verwandeln
Sternzeit Januar 27	8 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup> 27 <sup>s</sup> 18	
Sternzeit im mittleren Wiener Mittage Januar 27	20 21 5 79	Steinzeit im mittleren Berl Mittage Januar 27 20 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup> 7 <sup>s</sup> 72
Sternzeitintervall	11 50 21 89	
Reduction auf mittlere Zeit	— 1 56 87	
M Z Wien, Univ Sternwarte	11 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup> 25 <sup>s</sup> 02	

V Zeitbestimmung Von der durch die tägliche Umdrehung der Erde bestimmten Ortszeit (Sternzeit  $\theta$ , mittlere Zeit  $M$ ) ist die durch die Uhren in gegebene Uhrzeit  $u$  verschieden. Man nennt den Betrag  $\tau$ , welchen man zur Uhrzeit  $u$  hin/zufügen muss, um die betreffende, richtige Ortszeit zu erhalten, die Uhr correction oder den Stand der Uhr (gegen Steinzeit oder gegen mittlere Zeit)

Ist  $\tau$  der Stand der Uhr gegen  $\left\{ \begin{smallmatrix} \text{Sternzeit} \\ \text{mittl Zeit} \end{smallmatrix} \right\}$  so ist  $\theta = u + \tau$  die  $\left\{ \begin{smallmatrix} \text{Sternzeit} \\ \text{mittl Zeit} \end{smallmatrix} \right\}$  in diesem Momente

Ist  $\tau$  positiv, so ist die Uhr gegen die Ortszeit zurück, ist  $\tau$  negativ, so ist die Uhr der Ortszeit voran

Der Stand der Uhr wird aber nicht constant bleiben, sondern sich von Tag zu Tag ändern. Ist  $\nu$  der Stand der Uhr an einem gegebenen Tage,  $\Delta \nu$  am nächstfolgenden Tage um dieselbe Zeit, so nennt man  $\Delta \nu$  den Gang der Uhr in 24<sup>h</sup>. Um denselben aus den Beobachtungen zu verschiedenen Zeiten abzuleiten, sei  $\nu$  der Stand der Uhr zur Uhrzeit  $u$  in einem gegebenen Tage,  $\nu'$  der Stand der Uhr zur Uhrzeit  $u'$  an einem um  $\delta$  Tage späteren Datum, dann ist

$$\Delta \nu = \frac{\nu' - \nu}{\delta + \nu' - \nu}$$

der Gang der Uhr in der Zwischenzeit. Der Gang der Uhr ist positiv, wenn die Uhr zurückbleibt, er ist negativ, wenn die Uhr voranreilt.

Man berechnet den Gang stets für 24<sup>h</sup> Uhrzeit, da man den Uhrstand doch stets für eine gegebene Uhrzeit zu interpoliren hat.

Man erhält hieraus einen mittleren Gang der Uhr in der Zwischenzeit, die Erfahrung hat aber gezeigt, dass der Gang der Uhr durch Ausere, meteorologische Einflüsse (Temperatur, Luftdruck, Feuchtigkeit) Veränderungen unterworfen ist, und man hätte demnach den Gang in möglichst kurzen Intervallen zu bestimmen. Dieses scheitert aber an dem Umstande, dass für zu kurze Intervalle der Nenner zu klein wird, daher Fehler in der Bestimmung des Uhrstandes einen zu merklichen Einfluss auf den Uhrgang haben. Bei einer längeren Reihe von Beobachtungen (z. B. am Passageninstrumente oder Meridiankreise) gelingt es häufig, den Uhrgang selbst mit zu bestimmen. In diesem Falle erhält man dann den für diese Beobachtungen geltenden Uhrgang.

Die Bestimmung der Zeit, Zeitbestimmung, erfordert daher die Aufsuchung der wahren oder mittleren Zeit oder der Sternzeit zu einer gegebenen

Uhrzeit, d. i. des Stundenwinkels eines Gestirnes, dessen Rectascension bekannt ist. Man kann hierzu Beobachtungen im Meridien (Stundenwinkel gleich Null) anstellen, oder ausserhalb des Meridians, in welchem Falle der Stundenwinkel aus Durchgängen im Azimuthe oder aus Zenithdistanzmessungen berechnet werden kann. Zu bemerken ist noch, dass man den Stundenwinkel des wahren Frühlingspunktes sucht, in welchem Falle natürlich für die Rectascension der Gestirne deren wahre, mit Precession und Nutation behafteten Oerter zu verwenden sind. Allein die Nutation bewirkt, dass der Frühlingspunkt keine streng gleichförmige Bewegung hat und demzufolge die Intervalle, in einer wirklich gleichförmig verlaufenden Bewegung gemessen, zwischen zwei Durchgängen des Frühlingspunktes nicht genau constant ist, sondern kleinen Schwankungen unterliegt. Der Gang der Uhren ist ein allerdings noch weniger gleichmässiger, vorausgesetzt aber, dass man völlig gleichmässig gehende Uhren herstellen konnte, so würden diese einen ungleichmässigen Gang zeigen, der aber nicht dem Gang der Uhr, sondern der Bewegung des Frühlingspunktes zufällt. Um ein Maass für den Stand und Gang von vollkommen gleichmässig gehenden Uhren zu erhalten, wäre es daher besser, die mittleren Rectascensionen der Sterne für das gegebene Datum zur Ableitung des Uhrstandes aus dem Stundenwinkel zu verwenden. Praktisch allerdings ist dieser Unterschied völlig belanglos, und die Verwendung der scheinbaren Steinörter erweist sich aus dem Grunde praktischer, weil man nebst den mittleren Steinörtern für den Jahresanfang die scheinbaren (nicht aber die mittleren) Oerter, namentlich aber die scheinbaren Deklinationen für die verschiedenen Daten braucht, die z. B. gemessene Zenithdistanzen nur mit diesen reducirt werden können.

Im folgenden sollen nun die wichtigsten Methoden der Zeitbestimmung kurz besprochen werden.

**A Zeitbestimmung aus den beobachteten Meridiandurchgängen der Sterne.** Die vorzüglichste und in der astronomischen Praxis am häufigsten angewendete Methode der Zeitbestimmung ist diejenige durch die Beobachtung der Meridiandurchgänge der Sterne. Da die Sternzeit der Beobachtung eines Gestirnes im Meridien gleich seiner Rectascension ist, so erhält man

$$n + \alpha = \alpha, \quad 1 = \alpha - n,$$

wenn  $\alpha$  der Stand der Uhr gegen Sternzeit ist, dies gilt, wenn man es mit fehlerfrei aufgestellten Instrumenten zu thun hat. Die hierzu dienenden Instrumente sind das Passageninstrument im Meridien und der Meridiankreis. Da nicht nur die Beschreibung dieser Instrumente, sondern auch die Methoden der Reduction der Zeitbestimmungen (Berücksichtigung der Instrumentalfehler) in diesen beiden Artikeln in aller Ausführlichkeit besprochen wurden, so wird es genügen, an dieser Stelle auf die dort Gesagte hinzuweisen.

**B Bestimmung der Zeit aus einer beobachteten Zenithdistanz.** Die Beobachtung der Zenithdistanz  $z$  eines Sternes, dessen Rectascension  $\alpha$  und Deklination  $\delta$  sind, in einem Orte, dessen Polhöhe  $\varphi$  ist, ergiebt den Stundenwinkel des Sternes aus der Formel

$$\cos z = \frac{\cos \alpha - \sin \varphi \sin \delta}{\cos \varphi \cos \theta} \quad (1)$$

und daraus die Sternzeit  $\theta$  nach

$$\theta = t + \alpha$$

Demnach ist, wenn  $n$  die Uhrzeit einer nach Sternzeit gehenden Uhr, also  $n + \alpha = \theta$  ist, der Uhrstand

$$n = t + \alpha - n \quad (1a)$$

Ist bei einer nach mittlerer Zeit gehenden Uhr die Uhrzeit  $u_m$ , so hat man die Sternzeit  $\theta$  in mittlere Zeit  $M$  zu verwandeln und erhält dann, da  $u_m + \tau = M$  sein muss

$$u = M - u_m$$

Aus der Formel (1) leitet man auf einfache Weise (durch Bildung der Ausdrücke  $1 - \cos t$  und  $1 + \cos t$  und Division derselben) die für den logarithmischen Gebrauch bequemere Formel ab

$$\operatorname{tang}^2 \frac{1}{2} t = \frac{\sin(s - \varphi) \sin(s - \delta)}{\cos s \cos(s - s)} \quad (2)$$

wobei

$$s = \frac{1}{2}(\varphi + \delta + s)$$

ist. Diese Gleichung hat allerdings den Uebelstand, dass sie das Zeichen von  $t$  unbestimmt lässt, ein Zweifel kann jedoch nicht entstehen, da man jederzeit aus der Beobachtung selbst entnehmen wird, ob dieselbe auf der Ostseite oder Westseite des Meridians angestellt ist.

Es ist nicht gleichgültig, in welchem Punkte des Parallels der Stein beobachtet wird. Im Artikel »Polhothenbestimmung« (III Bd. 1. Hälfte, pag. 412) war die Formel abgeleitet

$$ds = \cos a \, d\varphi - \cos \varphi \, da + \sin a \cos \varphi \, dt,$$

wobei noch  $a$  das Azimuth und  $\varphi$  den parallaktischen Winkel des Steines bedeuten. Aus dieser Gleichung findet man, dass der Einfluss eines Fehlers in der Zenithdistanz auf die Polhöhe  $d\varphi = \sec a \, ds$  am geringsten wird im Azimuth  $a = 0$ , d. h. im Meridian. Für die Bestimmung der Zeit hat man den Einfluss von Fehlern der Beobachtung auf den Stundenwinkel zu suchen. Es wird aber aus derselben Formel gefunden

$$dt = \frac{ds}{\sin a \cos \varphi} - \frac{d\varphi}{\operatorname{tang} a \cos \varphi} + \frac{\cos \varphi}{\sin a \cos \varphi} \, da \quad (3)$$

Für eine gegebene Polhöhe wird daher ein Fehler der Zenithdistanzmessung und ebenso auch ein Fehler in der angenommenen Polhöhe von umso geringerem Einfluss auf die Zeitbestimmung, je größer die Nenner  $\sin a \cos \varphi$  und  $\operatorname{tang} a \cos \varphi$  sind, was für  $a = 90^\circ$  eintritt. Für die Zeitbestimmung hat man daher die Zenithdistanzmessungen möglichst nahe dem ersten Vertical anzustellen. Je weiter weg vom ersten Vertical beobachtet wird, desto mehr lichter wird der Einfluss eines Fehlers der Zenithdistanz, in der Nähe des Meridians selbst würde die Messung der Zenithdistanzen für die Zeitbestimmung unbrauchbar.

Bezüglich der Wahl der Sterne ist zu berichten, dass Zenithnahe Sterne sehr kurze Zeit nach ihrem Meridiandurchgange in den ersten Vertical kommen, und daher für die Zeitbestimmung nicht verwendbar sind. Bei diesen Bestimmungen wird man sich daher in der Nähe des ersten Verticals, aber ziemlich weit weg vom Zenith halten müssen und daher Sterne von mässigen Deklinationen wählen<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Man findet gewöhnlich die folgende Ableitung. Der Coefficient von  $ds$  in der Formel (3) lässt sich auch schreiben  $\sin a \cos \varphi = \cos \delta \sin \varphi$ , demnach ist mit alleiniger Berücksichtigung des von  $ds$  abhängigen Gliedes

$$dt = \frac{ds}{\cos \delta \sin \varphi}$$

und man hätte, um den Einfluss von  $ds$  auf  $dt$  möglichst zu vermindern,  $\cos \delta$  möglichst gross, daher  $\delta$  möglichst klein zu wählen. Diese Ableitung ist nicht richtig, denn da  $\varphi$  constant ist, so wird in Folge der Gleichung  $\sin a \cos \varphi = \cos \delta \sin \varphi$  für verschiedene Sterne im selben Azimuth  $a$  der Werth von  $\varphi$  gleichzeitig mit  $\delta$  zunehmen, und zwar so, dass eben  $\cos \delta \sin \varphi$  im

Unter eine gewisse Grenze herabzugehen ist aber hier ebenfalls nicht möglich, wählt man  $\delta$  nahe 0, also Aequatorsterne, so werden dieselben im ersten Vertical zu nahe dem Horizonte stehen, wo der Einfluss der Refraction die möglichen Fehler bedeutend erhöht. Sterne von  $\delta = 20^\circ, 25^\circ, 30^\circ, 35^\circ$  haben für die Polhöhe von Mitteleuropa (z. B. für  $\varphi = 48^\circ$ ) die Zenithdistanzen im ersten Vertical etwa  $62^\circ, 56^\circ, 48^\circ, 40^\circ$ , können also noch recht wohl verwendet werden. Beobachtet man in der Nähe des ersten Verticals vor dem Durchgange des Sternes durch denselben (Azimuth  $< 90^\circ$ ), so wird die Zenithdistanz noch grösser, und man kann selbst Sterne wählen, deren Deklination  $< 20^\circ$  ist, ohne dass damit jedoch ein wesentlicher Vortheil verbunden ist. Man hat immer darauf zu sehen, dass die Zenithdistanzen möglichst sicher bestimmt werden können (Vermeidung der Beobachtungen in allzu grosser Nähe des Horizontes) und man sich nicht allzu weit vom ersten Vertical entfernt (Vermeidung von Sternen zu nahe dem Zenith). Im allgemeinen werden Zenithdistanzen zwischen  $40$  und  $60^\circ$  in den Azimuthen von etwa  $70^\circ$  bis  $110^\circ$  als die zur Bestimmung der Zeit günstigsten Beobachtungen zu betrachten sein.

Formel (8) zeigt übrigens, dass die Bestimmung der Zeit aus beobachteten Zenithdistanzen in hohen Breiten nicht zu empfehlen ist, wird nämlich  $\varphi$  sehr gross, so wird jeder Fehler der gemessenen Zenithdistanz sowohl als auch der Sterncoordinaten bedeutend vergrössert auf den Uhrstand übergehen. Am Pole selbst, d. h. für  $\varphi = 90^\circ$ , wird diese Methode der Zeitbestimmung ja überhaupt unanwendbar, in der That bleiben am Pole die Sterne in ihrer scheinbaren täglichen Bewegung immer in derselben Höhe und in der Nähe des Poles sind die Grenzen, innerhalb deren die Zenithdistanz der Sterne sich bewegt, viel zu gering, um brauchbare Resultate zu geben.

Hat man zur Zeitbestimmung die Sonne verwendet, so erhält man durch die Rechnung den Stundenwinkel der Sonne, welcher mit Hilfe der Rectascension derselben die Sternzeit giebt, oder aber direkt als die wahre Zeit angesehen werden kann, welche mit Hilfe der Zeitgleichung auf mittlere Sonnenzeit zu reduciren ist. In diesem Falle muss aber der Stand der Uhr bereits genähert bekannt sein, damit man mit der corrigirten Uhrzeit (effektive Sternzeit oder mittlere Zeit) die Deklination der Sonne und deren Rectascension oder die Zeitgleichung aus den Ephemeriden entnehmen kann. Meist wird man einen hinreichend genäherten Stand durch Extrapolation erhalten, sollte das nicht der Fall sein, was natürlich nur bei See- oder Forschungsreisen der Fall sein könnte, so muss, wenn der schliesslich erhaltene Uhrstand von dem ursprünglich angenommenen zu weit abweicht, die Rechnung wiederholt werden.

Bei der Berechnung der Zeit hat man nicht die wahren, sondern die scheinbaren Sternörter zu verwenden, hierzu gehört, dass auch die Positionen wegen der täglichen Aberration zu corrigiren sind, welche in den Sternephemeriden wegen ihrer Abhängigkeit von der Polhöhe nicht berücksichtigt werden können. Correctionen  $da, d\delta$  an den Positionen bringen aber wegen  $dt = da$  in der Zenithdistanz die Correction

$$da = -\cos q \, d\delta - \sin q \cos \varphi \, d\alpha = -\cos q \, d\delta - \sin q \cos \delta \, d\alpha$$

hervor, und da die Correction wegen der täglichen Aberration

selben Ausdrucks für alle Sterne mit den verschiedensten Deklinationen constant bleibt. Die Veränderlichkeit beider Faktoren zu betrachten, ist aber unnöthig, wenn man wieder an Stelle des Ausdruckes  $\cos \delta \sin q$  den ihm gleichen  $\sin \alpha \cos \varphi$  setzt, in welchen der eine Factor  $\cos \varphi$  für eine gegebene Polhöhe constant ist, und daher nur auf die Veränderlichkeit des Faktors  $\sin \alpha$  Rücksicht zu nehmen ist.

$$d\alpha = \mu \cos \varphi \cos t \sec \delta$$

$$d\delta = \mu \cos \varphi \sin t \sin \delta \quad \mu = 0''.811$$

ist, so wird

$$ds = -\mu \cos \varphi [\cos t \sin \varphi + \sin t \sin \delta \cos \varphi]$$

d 1

$$ds = -\mu \cos \varphi \cos s \sin \alpha$$

Die daraus folgende Correction des Stundenwinkels ist nach (3)

$$dt = \frac{ds}{\sin \alpha \cos \varphi} = -\mu \cos s,$$

demnach wegen  $dt = d(\Delta t)$  die Correction des Uhrstandes wegen täglicher Aberration

$$d(\Delta t) = -0''.811 \cos s = -0''.021 \cos s$$

In derselben Weise lässt sich auch eine etwaige Biegung des Fernrohrs berücksichtigen. Sei dieselbe im Horizont  $\delta$ , so wird sie in der Zenithdistanz  $s$   $ds = \delta \sin s$  und die daraus resultierende Correction des Uhrstandes, ausgedrückt in Zeitsecunden, wenn  $\delta$  in Bogensecunden gegeben ist

$$d(\Delta t) = \frac{1}{15} \frac{\delta \sin s}{\sin \alpha \cos \varphi}$$

Beispiel Als Beispiele will ich einige Beobachtungen mit einem kleinen Theodoliten anführen, welche Herr Hauptmann (jetzt Oberst) v. SIEMTCK im Jahre 1872 auf der Balkanhalbinsel ausführte

1872 Juli 28 wurde der Stern  $\alpha$  Cygni ( $\lambda = 20^h 37^m 0^s.4$ ,  $\delta = 41^\circ 49' 30''$ ) in Ainzulur ( $\varphi = 12^\circ 57' 7''$ ) in einem nach Steinzeit gehenden Chronometer beobachtet

Uhrzeit  $16^h 28^m 37^s.2$

Beobachtete Zenithdistanz	$88^\circ 45' 18''$		9 04089
Correct wegen Labelle	— 1	$\log \cos (s - s) =$	9 95900
Refraction	+ 44	$\log \cos s =$	9 65299
Wahre Zenithdistanz $s =$	$88^\circ 45' 56''$	$\log \tan^2 \frac{1}{2} t =$	9 42890
$\varphi =$	$42^\circ 57' 7''$	$\log \tan^2 \frac{1}{2} t =$	9 71445
$\delta =$	$44^\circ 49' 30''$	$\frac{1}{2} t =$	$1^h 49^m 58^s.8$
$s =$	$88^\circ 16' 16''$	$t =$	$8^\circ 39' 7''$
$(s - s) =$	$24^\circ 30' 20''$	$\alpha =$	$20^\circ 37' 6''$
$(s - \varphi) =$	$20^\circ 19' 9''$	$\theta =$	$16^\circ 57' 58''$
$(s - \delta) =$	$18^\circ 26' 46''$	$\kappa =$	$16^\circ 23' 37''$
$\log \sin (s - \varphi) =$	9 54084	$\tau =$	+ $84^m 21^s.6$
$\log \sin (s - \delta) =$	9 50025		
$\log \sin (s - \varphi) \sin (s - \delta) =$	9 04089		

C Zeitbestimmung aus mehreren nach einander gemessenen Zenithdistanzen Die Fehler, welche einer einzelnen Beobachtung anhaften, können auch hier dadurch verkleinert werden, dass man eine Reihe von Zenithdistanzen hinter einander beobachtet. Will man sich hierbei von der Uebereinstimmung der Resultate überzeugen, so wird man jede Beobachtung für sich reduciren. In diesem Falle wäre aber die Formel (1) praktischer als die Formel (2), weil in derselben  $\sin \varphi \sin \delta$  und  $\cos \varphi \cos \delta$  für alle Beobachtungen constant ist. Doch kann man diese Formel noch in eine andere Form bringen, welche diesen Vortheil mit der Formel (1) gemein hat, aber für die Rechnung etwas bequemer zu sein scheint, zumal, wenn man mit Additions- und Subtractionslogarithmen rechnet. Man erhält nämlich leicht aus (1)

$$\frac{1 - \cos t}{1 + \cos t} = \frac{\cos(\varphi - \delta) - \cos s}{\cos(\varphi + \delta) + \cos s},$$

welche für die praktische Berechnung am besten in der Form verwendet wird

$$\tan^2 \frac{1}{2} t = \frac{\frac{\cos(\varphi - \delta)}{\cos s} - 1}{\frac{\cos(\varphi + \delta)}{\cos s} + 1}, \quad (4)$$

welche bei Verwendung von Additions- und Subtractionalgorithmen<sup>1)</sup> fast so bequem wie (8) ist, dabei aber den Vortheil hat, dass nur  $\cos s$  aufgeschlagen zu werden braucht, da  $\cos(\varphi - \delta)$  und  $\cos(\varphi + \delta)$  für alle Beobachtungen desselben Sternes constant sind, überdies aber hierbei der Stundenwinkel nicht durch den Cosinus, sondern durch die Tangente erhalten wird

1872 Juli 19 wurde die Sonne zu Lailakoi ( $\varphi = 18^\circ 9' 2''$ ) ebenfalls am Stein chronometer beobachtet. Es ist für dieselbe  $\alpha = 7^\circ 56' 28''$ ,  $\delta = +20^\circ 15' 52''$ . Es ist [die Reduction nach Formel (4) neu gerechnet]

Kr	Uhrzeit	Beobacht. Zenithdist	L. belle	Wahre Zenithdist $s$	$\log \cos s$	$\log \left[ \frac{s(\varphi - \delta)}{\cos s} \right]$	$\log \left[ \frac{\cos(\varphi + \delta)}{\cos s} \right]$	$\log$ Zähler
R	9 <sup>h</sup> 11 <sup>m</sup> 48 <sup>s</sup>	81° 17' 0"	- 7	31° 28' 7"	9 930521	0 035118	9 71261	8 93965
	15 18 8	81 21 13	-11	81 37 16	9 930209	0 085770	9 71206	8 03871
	15 19 0	81 21 52	- 9	81 40 11	9 929992	0 036010	9 71223	8 93715
	16 1 1	81 27 33	+ 6	81 18 58	9 929680	0 086292	9 71818	8 04030
	16 26 8	81 31 18	- 4	81 47 28	9 929112	0 036580	9 71375	8 91362
L	17 18 8	81 39 10	- 8	81 55 31	9 928787	0 087185	9 71137	8 95181
	17 49 2	81 13 55	+ 1	59 0 10	9 928107	0 087555	9 71175	8 05592
	18 16 4	81 17 45	+ 6	82 4 8	9 928098	0 037871	9 71506	8 95968
	18 11 6	81 51 17	- 1	59 7 57	9 927791	0 088181	9 71587	8 96829
	19 8 8	81 55 27	+19	52 11 58	9 927179	0 038193	9 71568	8 96898

Refraction + 31"

Parallaxe - 4"

Halbmesser + 15' 47"

+ 16' 14'

$\varphi - \delta = 22^\circ 28' 10''$

$\varphi + \delta = 63^\circ 54' 54''$

$\log \cos(\varphi - \delta) = 9 905972$

$\log \cos(\varphi + \delta) = 9 613161$

$\log$ Nenner	$\log \tan^2 \frac{1}{2} t$	$\log \tan \frac{1}{2} t$	$\frac{1}{2} t$	$t$	$\theta$	$\gamma$
0 18070	8 71895	9 87117	0 <sup>h</sup> 53 <sup>m</sup> 18 <sup>s</sup> 0	1 <sup>h</sup> 16 <sup>m</sup> 36 <sup>s</sup> 0	9 <sup>h</sup> 12 <sup>m</sup> 59 <sup>s</sup> 2	+28° 10' 1"
0 18080	8 75991	9 87617	0 53 22 2	1 17 41 1	9 43 27 6	28 88
0 18090	8 75925	9 87812	0 53 11 0	1 17 28 0	9 43 51 2	28 92
0 18098	8 75982	9 87966	0 53 55 1	1 17 50 2	9 11 18 4	28 90
0 18107	8 76255	9 88127	0 54 8 6	1 18 18 2	9 41 36 4	28 96
0 18129	8 77009	9 88501	0 54 38 7	1 49 7 4	9 15 30 6	+28 11 8
0 18141	8 77151	9 88725	0 51 49 0	1 19 39 8	9 46 30 0	28 18 8
0 18152	8 77811	9 88905	0 55 8 1	1 50 0 2	9 46 29 4	28 18 0
0 18168	8 78166	9 89063	0 55 18 2	1 50 32 4	9 16 55 6	28 14 0
0 18178	8 78525	9 89262	0 55 29 3	1 50 58 6	9 47 21 8	28 18 0

<sup>1)</sup> Insbesondere die 6stelligen AIRYERSCHE Tafeln geben unmittelbar die hier benötigten Werthe. Doch wird der Zähler (bei Benutzung von ebensovielstelligen Logarithmen) etwas weniger genau



Das Mittel ist bei $KR$	$\tau = + 28^m 9.4$
bei $KL$	$\tau = + 28 \ 18 \ 1$
Mittel	$\tau = + 28 \ 11 \ 8$

Der Unterschied in den Resultaten bei  $KR$  und  $KL$  rührt von einem kleinen Fehler in der Annahme des Zenithpunktes her.

Würden die Zenithdistanzen proportional den Stundenwinkeln wachsen, so wäre es das einfachste, das Mittel aus allen Zenithdistanzen  $Z$  zu nehmen, ebenso das Mittel aus allen Uhrzeiten  $U$  und die beiden so erhaltenen Mittel zur einmaligen Rechnung zu verwenden. Allein diese Proportionalität findet nicht statt, und es wird eine Correction in das Mittel der Zenithdistanzen anzubringen sein, so dass man eine Zenithdistanz erhält, welche zu dem Mittel der Uhrzeiten gehört, d. h. in Formel (2) verwendet, den zur Uhrzeit  $U$  gehörigen Stundenwinkel giebt, oder aber wenn man mit dem Mittel der Zenithdistanzen  $Z$  rechnet, hat man in die Uhrzeit eine Correction anzubringen, so dass die corrigirte Uhrzeit jene ist, zu welcher die Zenithdistanz  $Z$  des Gestirns gehört.

a) Reduction des Mittels der Zenithdistanzen auf das Mittel der Uhrzeiten. Seien  $t_1, t_2, \dots, t_n$  die einzelnen Stundenwinkel, welche zu den Zenithdistanzen  $s_1, s_2, \dots, s_n$  gehören, und  $T$  der dem Mittel der Beobachtungszeiten entsprechende Stundenwinkel. Da

$$s_1 + \alpha = t_1 + \alpha, \quad s_2 + \alpha = t_2 + \alpha, \quad s_n + \alpha = t_n + \alpha$$

und

$$Z = \frac{s_1 + s_2 + \dots + s_n}{n}, \quad U = \frac{u_1 + u_2 + \dots + u_n}{n}, \quad T = \frac{t_1 + t_2 + \dots + t_n}{n}$$

ist, so wird

$$U + \alpha = T + \alpha$$

oder

$$\alpha = T + \alpha - U$$

sein. Hätte man die Zenithdistanz  $\zeta$ , welche zum Stundenwinkel  $T$ , d. h. zur Uhrzeit  $U$  gehört, so würde man  $T$  aus  $\zeta$  nach der Formel (1) oder (2) rechnen, d. h. nach

$$\tan^2 \frac{1}{2} T = \frac{\sin(\Sigma - \varphi) \sin(\Sigma - \delta)}{\cos \Sigma \cos(\Sigma - \zeta)}, \quad \Sigma = \frac{1}{2}(\varphi + \delta + \zeta), \quad (8)$$

womit sofort  $U$  bekannt wird. Hier handelt es sich nun um die Bestimmung der Differenz  $\zeta - Z$ . Nun ist

$$s_1 = \zeta + \frac{ds}{dt}(t_1 - T) + \frac{1}{2} \frac{d^2 s}{dt^2}(t_1 - T)^2 +$$

$$s_2 = \zeta + \frac{ds}{dt}(t_2 - T) + \frac{1}{2} \frac{d^2 s}{dt^2}(t_2 - T)^2 +$$

$$s_n = \zeta + \frac{ds}{dt}(t_n - T) + \frac{1}{2} \frac{d^2 s}{dt^2}(t_n - T)^2 +$$

Addirt man diese sämtlichen Gleichungen, so erhält man mit Rücksicht auf

$$(t_1 - T) + (t_2 - T) + \dots + (t_n - T) = 0$$

$$Z = \zeta + \frac{1}{2} \frac{d^2 s}{dt^2} \frac{(t_1 - T)^2 + (t_2 - T)^2 + \dots + (t_n - T)^2}{n}$$

Da aber

$$t_1 - u_1 = t_2 - u_2 = \dots = t_n - u_n = T - U$$

ist, so wird

$$t_1 - T = u_1 - U, \quad t_2 - T = u_2 - U, \quad t_n - T = u_n - U$$

und man erhält  $\zeta$  aus dem Mittel  $Z$  aller beobachteten Zenithdistanzen.

$$\zeta = Z - \frac{1}{2} \frac{d^2 x}{dt^2} \frac{(u_1 - U)^2 + (u_2 - U)^2 + \dots + (u_n - U)^2}{n}$$

Für die Berechnung der hier auftretenden zweiten Differentialquotienten von  $\zeta$  hat man aus der Formel

$$\cos \delta = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t$$

$$\sin \delta \frac{d\delta}{dt} = \cos \varphi \cos \delta \sin t$$

und daraus

$$\sin \delta \frac{d^2 \delta}{dt^2} + \cos \delta \left( \frac{d\delta}{dt} \right)^2 = \cos \varphi \cos \delta \cos t = \sin \delta \cotang t \frac{d\delta}{dt},$$

folglich

$$\frac{d\delta}{dt} = \frac{\cos \varphi \cos \delta \sin t}{\sin \delta}, \quad \frac{d^2 \delta}{dt^2} = \cotang t \frac{d\delta}{dt} - \cotang t \left( \frac{d\delta}{dt} \right)^2 \quad (6)$$

Die Ausdrücke werden scheinbar etwas einfacher durch Einführung des Arimuthes  $\alpha$  nämlich

$$\cos \delta \sin t = \sin \alpha \sin a$$

ist, so wird

$$\frac{d\delta}{dt} = \cos \varphi \sin a \quad (6a)$$

und daraus

$$\frac{d^2 \delta}{dt^2} = \cos \varphi \cos a \frac{da}{dt}$$

Da aber (vergl. den Artikel »Coordinates«, I Band, pag. 668)

$$\frac{da}{dt} = \frac{\cos \delta \cos \varphi}{\sin \alpha} = \frac{\sin a \cos \varphi}{\sin t}$$

ist, so wird

$$\frac{d^2 \delta}{dt^2} = \frac{\cos \varphi \cos a \sin a \cos \varphi}{\sin t} = \frac{\cos \varphi \cos a \cos \delta \cos \varphi}{\sin \alpha}, \quad (6b)$$

welche Formel jedoch die Kenntnisse des Arimuthes und des parallaktischen Winkels voraussetzt, welche erst berechnet werden müssen, während die in Formel (6) auftretenden Zenithdistanzen und Stundenwinkel (nebst  $\varphi$  und  $\delta$ ) ohnedies durch die Beobachtung gegeben sind

In der Formel für  $\zeta$  treten noch ausserdem die Quadrate der  $(u - U)$  auf, wobei der Faktor  $\text{arc } 1''$  hinzuzufügen ist, und  $(u_1 - U)$  im Bogenmaasse (nicht im Zeitmaasse) ausgedrückt gedacht werden muss. Um diese Berechnung zu umgehen, kann man die in vielen Tafelsammlungen, (z. B. den Astronomischen »Formeln und Hülftafeln für geographische Ortsbestimmung«) aufgenommenen Tafeln der  $\frac{2 \sin^2 \frac{1}{2} \epsilon}{\text{arc } 1''}$  verwenden, da nämlich  $(u_1 - U)$  eine mässige Grösse ist, so kann man

$$\frac{1}{2} (u_1 - U)^2 \text{ arc } 1'' = \frac{2 \sin^2 \frac{1}{2} (u_1 - U)}{\text{arc } 1''}$$

setzen, und hat dann

$$\zeta = Z - \frac{d^2 x}{dt^2} \frac{1}{n} \sum \frac{2 \sin^2 \frac{1}{2} (u_i - U)}{\text{arc } 1''}, \quad (7)$$

wobei der Differentialquotient  $\frac{d^2 x}{dt^2}$  nach Formel (6) zu berechnen ist, und der Werth von  $\frac{1}{n} \sum \frac{2 \sin^2 \frac{1}{2} (u_i - U)}{\text{arc } 1''}$  das arithmetische Mittel der für alle einzelnen

Beobachtungen aus der Tafel zu entnehmenden Werthe ist Hat man dann mit dem erhaltenen Werthe von  $\zeta$  nach (5)  $T$  berechnet, so folgt

$$a = T + a - U$$

Die Formel ist jedoch nicht vollständig, da man eigentlich

$$s_i = \zeta + \frac{d^2 s}{dt^2} (t_i - T) + \frac{1}{2} \frac{d^3 s}{dt^3} (t_i - T)^2 + \frac{1}{6} \frac{d^4 s}{dt^4} (t_i - T)^3 + \frac{1}{24} \frac{d^5 s}{dt^5} (t_i - T)^4$$

hört, und demnach

$$\zeta = Z - \frac{d^2 s}{dt^2} \frac{1}{n} \sum \frac{\sin^2 \frac{1}{2} (u_i - U)}{\sin^2 \frac{1}{2} l''} - \frac{d^3 s}{dt^3} \frac{1}{n} \sum \frac{\sin^3 \frac{1}{2} (u_i - U)}{\sin^3 \frac{1}{2} l''} - \frac{d^4 s}{dt^4} \frac{1}{n} \sum \frac{\sin^4 \frac{1}{2} (u_i - U)}{\sin^4 \frac{1}{2} l''}$$

ist Die Berechnung von  $\frac{d^2 s}{dt^2}$ ,  $\frac{d^3 s}{dt^3}$  wird ziemlich umständlich, in allen jenen Fällen, in denen die als Faktoren auftretenden Summen

$$\frac{1}{n} \sum \frac{\sin^2 \frac{1}{2} (u_i - U)}{\sin^2 \frac{1}{2} l''}, \quad \frac{1}{n} \sum \frac{\sin^4 \frac{1}{2} (u_i - U)}{\sin^4 \frac{1}{2} l''}$$

beträchtliche, nicht zu vernachlässigende Werthe erreichen, wird daher die Berechnung nach (5) bei Vernachlässigung der Zusatzglieder nicht genügend scharfe Resultate geben, und daher besser durch die gesonderte Berechnung der einzelnen Zenithdistanzen zu ersetzen sein Nun findet man leicht die Werthe der in den Summen auftretenden Glieder aus der folgenden kleinen Tafel

$u_i - U$	$\frac{1}{n} \sum \frac{\sin^2 \frac{1}{2} (u_i - U)}{\sin^2 \frac{1}{2} l''}$	$\frac{1}{n} \sum \frac{\sin^4 \frac{1}{2} (u_i - U)}{\sin^4 \frac{1}{2} l''}$
0 <sup>m</sup>	0'' 000	0'' 000
1	0 008	0 000
2	0 028	0 000
3	0 077	0 000
4	0 188	0 001
5	0 857	0 002
6	0 617	0 004
7	0 997	0 007
8	1 462	0 018
9	2 081	0 020
10	2 855	0 081
11	3 800	0 046
12	4 988	0 065
13	6 272	0 089
14	7 888	0 120
15	9 688	0 168

Die Werthe der dritten Potenzen der  $(u_i - U)$  wachsen daher noch ziemlich rasch an, und erreichen schon bei einer Zwischenzeit von 7<sup>m</sup> zwischen der äussersten Beobachtung und dem Mittel, also von etwa 14<sup>m</sup> zwischen den äussersten Beobachtungen den Werth von 1'' Nichtsdestoweniger kann man die hieraus entstehende Correction vernachlässigen, weil deren Werthe für die dem Mittel der Zeiten vorangehenden und folgenden Beobachtungen entgegengesetzt bezeichnet sind, und daher bei einer gleichmässigen Vertheilung der Beobachtungen sich im Mittel wegheben werde Dieses gilt jedoch nicht für die vierten Potenzen, welche zu beiden Seiten des Mittels gleich bezeichnet sind Erstrecken sich die Beobachtungen über einen Zeitraum von einer halben Stunde, so dass  $u_i - U$  den Werth von 15<sup>m</sup> erreicht, so werden die betreffenden Correctionen für die

beiden äussersten Beobachtungen schon über  $0''15$  und daher nicht mehr zu vernachlässigen

Es folgt hieraus, dass, wenn die vierten Potenzen vernachlässigt werden sollen, man die Zwischenzeit nicht länger als über etwa  $10$  bis  $15^m$  ausdehnen darf, für diesen Zwischenraum wird  $(u, - U)$  etwa  $8''$ , und die Correctionsgröße der vierten Ordnung etwa  $0''01$  daher zu vernachlässigen. Ordnet man die zwischenliegenden Beobachtungen möglichst gleichmässig an, also in möglichst nahe gleiche Zeitintervallen, so werden auch die Glieder dritter Ordnung, die sonst bis auf  $0''1$  ansteigen können, gleich grosse positive und negative Werthe erhalten, und daher in der Summe wegfallen. In der Praxis wird ja meist ohnedies die Zwischenzeit den Betrag von  $15^m$  nie übersteigen.

b) Reduction des Mittels der Uhrzeiten auf das Mittel der Zenithdistanzen. Hat man zum Mittel der Zenithdistanzen  $Z$  nach der Formel

$$\tan^2 \frac{1}{2} \theta = \frac{\sin(S - \varphi) \sin(S - \delta)}{\cos S \cos(S - Z)}, \quad S = \frac{1}{2}(\varphi + \delta + Z) \quad (8)$$

den Stundenwinkel  $\theta$  gesucht, so gehört dieser nicht zum Mittel  $U$  der Uhrzeiten, sondern zu einer anderen Uhrzeit  $v$ , für welche

$$\frac{Z - \zeta}{v - U} = \frac{dZ}{dU} = \frac{dS}{dt}$$

ist. Substituiert man hier für  $Z - \zeta$  den Wert aus (7), so erhält man

$$v - U = \frac{1}{\frac{dS}{dZ}} \frac{d^2 S}{dZ^2} \frac{1}{n} \sum \frac{2 \sin^2 \frac{1}{2} (u_i - U)}{\cos^2 1''}$$

oder, wenn man für  $\frac{d^2 S}{dZ^2} \frac{dS}{dZ}$  seinen Wert aus (6) substituiert

$$v = U + \frac{1}{15} \left( \cotang t - \cotang s \frac{dS}{dt} \right) \frac{1}{n} \sum \frac{2 \sin^2 \frac{1}{2} (u_i - U)}{\cos^2 1''}, \quad (9)$$

wobei der Factor  $\frac{1}{15}$  daher rührt, dass  $v, U$  im Zeitraume ausgedrückt sind und daher  $\sin^2 \frac{1}{2} (u_i - U)$  durch  $\cos^2 1'' = 15 \cos^2 1''$  zu dividiren ist.

$v$  ist die Uhrzeit, welche zum Mittel der Zenithdistanzen  $Z$ , d. h. zu dem aus (8) folgenden Stundenwinkel  $\theta$  gehört, so dass

$$\alpha = \theta + \alpha - v \quad (10)$$

wird

Beispiel 1886 Mai 21 beobachtete ich mit einem Sextanten (dessen Index fehler  $+ 16''0$  war) in einer nach mittlerer Zeit gehenden Uhr die Sonne

○	Einstellung	Uhrzeit V M	Uhrzeit N M	Fibelle	Mittlere <sup>1)</sup> Refraction
OA	51° 0'	84 11 42	14 0 16	- 8'' 3	+ 80' 1
	58 10	18 48	8 58 12		+ 74 2
	58 20	15 40	58 11		+ 78 2
UR	58 30	8 18 57	3 52 58	- 7'' 4	+ 76 7
	58 0	21 1	50 54		+ 75 8
	58 10	23 4	18 52		+ 71 9

Horizontalparallaxe der Sonne 8'' 74

Parallaxe für die Beobachtung 7'' 0

Halbmesser der Sonne 16' 49'' 8

<sup>1)</sup> Durch einen Defect im Manuale sind die Aufzeichnungen über meteorologische Instrumente nicht vorhanden. Für den vorliegenden Zweck ist dieser Mangel jedoch ohne Bedeutung.

Die Berechnung ergibt nun

	Vormittags		Nachmittags	
Mittel der Uhrzeiten	8 <sup>h</sup> 17 <sup>m</sup> 22 <sup>s</sup> 17		8 <sup>h</sup> 51 <sup>m</sup> 38 <sup>s</sup> 88	
	$\tau$	$\frac{2 \sin^2 \frac{1}{2} \tau}{\arcsin 1''}$	$\tau$	$\frac{2 \sin^2 \frac{1}{2} \tau}{\arcsin 1''}$
Abweichungen der	5 <sup>m</sup> 40 <sup>s</sup> 17	08'' 11	5 <sup>m</sup> 42 <sup>s</sup> 17	08'' 86
einzelnen Beobach-	8 30 17	26 20	8 38 17	25 98
tungen vom Mittel	1 36 17	5 04	1 37 17	5 15
	1 34 33	4 91	1 35 33	5 01
	8 38 33	26 12	8 39 33	26 36
	5 41 33	63 78	5 41 33	63 78
	$\frac{1}{n} \sum \frac{2 \sin^2 \frac{1}{2} \tau}{\arcsin 1''} = 31'' 52$		$\frac{1}{n} \sum \frac{2 \sin^2 \frac{1}{2} \tau}{\arcsin 1''} = 31'' 88$	

Die Vor- und Nachmittagsbeobachtungen geben die Uhrzeit der Culmination 0<sup>h</sup> 5<sup>m</sup> 58<sup>s</sup>, daher der Stand der Uhr gegen wahre Zeit — 5<sup>m</sup> 58<sup>s</sup>, es folgt daher Genäherte wahre Zeit der Beobachtung 8<sup>h</sup> 11<sup>m</sup> 21<sup>s</sup> 8<sup>h</sup> 18<sup>m</sup> 36<sup>s</sup>  
 Zugehörige Berliner wahre Zeit 7 59 38 = — 0<sup>m</sup> 1508 8 36 50 = + 0<sup>m</sup> 1508  
 Damit Zeitgleichung — 3<sup>m</sup> 39<sup>s</sup> 73 — 3<sup>m</sup> 38<sup>s</sup> 59  
 Deklination der Sonne  $\delta = - 20^\circ 11' 3'' 2$  + 20<sup>°</sup> 11' 51'' 1

Hiermit folgt für die Berechnung der Reduction des Mittels der Zeiten auf das Mittel der Zenithdistanzen für die Vormittagsbeobachtungen

$\log \cos \varphi$	9 82372		
$\log \cos \delta$	9 97218		
$\log \sin t$	0 <sub>n</sub> 02438		
$\log \cos \epsilon$	0 00588		
$\log ds/dt$	9 <sub>n</sub> 81616	$\log \left( \cotang t - \frac{ds}{dt} \cotang \epsilon \right)$	9 <sub>n</sub> 20017
$\log \cotang \epsilon$	9 87150		
$\log \left( - \frac{ds}{dt} \cotang \epsilon \right)$	9 08700		
$\log \cotang t$	0 <sub>n</sub> 81008	$\log \frac{1}{n} \sum \frac{2 \sin^2 \frac{1}{2} \tau}{\arcsin 1''}$	1 10859
Add $\log$	9 51951	$\log$ Reduction	9 <sub>n</sub> 52267
		Reduction	— 0 <sup>m</sup> 338

Ebenso findet man für die Reduction der Nachmittagsbeobachtungen + 0<sup>m</sup> 335  
 Daher die auf das Mittel der Zenithdistanzen reducierten Mittel der Uhrzeiten

8<sup>h</sup> 17<sup>m</sup> 21<sup>s</sup> 84 8<sup>h</sup> 54<sup>m</sup> 34<sup>s</sup> 16

Die Mittel der Zenithdistanzen erhält man nun aus den Beobachtungen

Mittel der Lesungen	58° 20' 0'' 0
Indexfehler	+ 16 9
Tabellen correction	— 7 8
Mittlere Refraction	+ 1 17 5
Parallaxe	— 7 0 <sup>2</sup> )
Mittel der Zenithdistanzen	53° 21' 19'' 8

1) Hat man keine Hilfstafeln, welche die Werthe von  $\frac{2 \sin^2 \frac{1}{2} \tau}{\arcsin 1''}$  geben, so rechnet man z. B.

$$\begin{aligned} \tau &= 5^m 42^s 17 \\ &= 1^\circ 25' 32'' 5 = 5132'' 5 \\ \log \tau &= 8 71033 \\ \log \tau^2 &= 7 42066 \\ \log \frac{\tau^2}{\arcsin 1''} &= 1 80590 \end{aligned} \quad \frac{\tau'}{\arcsin 1''} = 63'' 86$$

2) Der Halbmesser fällt heraus, da die Hilfte der Beobachtungen sich auf den oberen die andere Hilfte auf den unteren Rand beziehen

Rechnet man mit dieser Zenithdistanz, der Polhöhe  $\varphi = 18^\circ 12' 40'' 8$  und den zu den Vormittags bezw. Nachmittagsbeobachtungen gehörigen Deklinationen der Sonne  $\delta = +20^\circ 11' 8'' 2$  und  $20^\circ 14' 54'' 1$  die Stundenwinkel nach Formel (8), so erhält man

	$t = 8^h 48^m 27^s 81$	$8^h 48^m 44^s 05$
Wahre Zeit	8 11 32 19	8 48 44 05
Zeitgleichung	— 3 39 78	— 3 38 59
Mittlere Zeit	8 7 52 16	8 15 6 06
Reducirte Uhrzeit	8 17 21 84	8 54 34 10
Uhrstand	$\tau = -9^m 29^s 38$	$-9^m 28^s 10$

Nach den Aufzeichnungen der meteorologischen Centralanstalt, Wien, war für 1886 Mai 21 Barometerstand 748<sup>mm</sup>, Temperatur der Luft Vormittags  $+17^\circ$ , Nachmittags  $+25^\circ$  (für die Zeit der Beobachtungen), die Reduktion wegen des Unterschiedes in der Seeshöhe beträgt  $-9^{\text{mm}}$ , man hat daher anzu-

nehmen  $B = 757^{\text{mm}}$ , Thermometer  $+17^\circ$  bezw.  $+25^\circ$

Nimmt man die Temperatur des Quecksilbers (inneres Thermometer) gleich derjenigen der Luft (äußeres Thermometer), so wird die Summe der Correctionen der Logarithmen der mittleren Refraction  $-2010$  bezw.  $-8212$ , und damit die Correction der mittleren Refraction nach meinen Tafeln (Publicationen der v. KUNTERschen Sternwarte I Bd, pag 207)  $-8'' 6$  bezw.  $-5'' 6$ . Die hiermit folgende Correction des Uhrstandes ist

$$dx = dt = \left( \frac{ds'}{\sin A \cos \varphi} \right)' = \left( \frac{\sin s \, ds'}{15 \sin t \cos \delta \cos \varphi} \right)'$$

Die Rechnung ergibt

$\log \sin s$	$= 9 9048$
$\log \cos \varphi$	$= 9 8287$
$\log \cos \delta$	$= 9 9724$
$\log \sin t$	$= 9,9241$ (Nachmittags 0 9213)
$\log \frac{1}{15}$	$= 8 8289$
$\log ds$	$= 0,5441$ (Nachmittags 0,7482)
$\log dt$	$= 9 5521$ <span style="float:right">9,7558</span>
Correction von $dt$	$+ 0^s 357$ <span style="float:right"><math>- 0^s 570</math></span>

Daher mit Rücksicht auf wahre Refraction die Uhrstände

$$\alpha = -9^m 29^s 02 \quad \text{und} \quad \tau = -9^m 28^s 67$$

Das Universalinstrument giebt nicht unmittelbar die Zenithdistanzen an, sondern zur Bestimmung derselben ist die Kenntniss des Zenithpunktes oder die Beobachtung in beiden Kreislagen erforderlich. Da aber in der Zwischenzeit der Stern seine Zenithdistanz geändert hat, so wird man aus den aufeinanderfolgenden Beobachtungen, nicht unmittelbar den Zenithpunkt, daher auch nicht die Zenithdistanz ermitteln können. Es reicht jedoch aus, wenn man zu den Zeitbestimmungen einen genäherten Zenithpunkt verwendet, wenn man, nachdem man eine gewisse Zahl von Beobachtungen in der einen Kreislage gemacht hat, sodann das Fernrohr durchschlägt, und eine gleiche Zahl Beobachtungen in der anderen Kreislage macht. Denn ist der Zenithpunkt mit einem Fehler  $\Delta Z_0$  behaftet, so werden alle Zenithdistanzen in der einen Kreislage den Fehler  $+\Delta Z_0$ , in der anderen Kreislage den Fehler  $-\Delta Z_0$  haben, so dass der daraus resultirende Fehler in der Zeitbestimmung, da das Azimuth sich nicht wesentlich geändert hat, nach der Formel (8)

$$+ \frac{\Delta L_0}{\sin \alpha \cos \varphi} \text{ und } - \frac{\Delta L_0}{\sin \alpha \cos \varphi}$$

wird, welche Fehler im Mittel wegfallen

Kennt man den Zenithpunkt nicht oder will man nicht jede einzelne beobachtete Zenithdistanz für sich anwenden, so wird man direct in dieser Anordnung der Beobachtungen eine Zenithdistanz aus der ersten und letzten, eine zweite aus der zweiten und vorletzten, dann aus der  $n$ -ten und  $(n-1)$ -ten Lesung (wenn  $n$  die Zahl der beobachteten Zenithdistanzen ist) ableiten so als ob sich die Zenithdistanz des Steines in der Zwischenzeit nicht geändert hätte, dieses Mittel der Zenithdistanzen wird wie früher auf das Mittel der Uhzeiten reducirt, und kann zur Bestimmung des Stundenwinkels verwendet werden

Sei die beobachtete Zenithdistanz zur Zeit  $n_1$  gleich  $s_1$  bei  $KL$ , diejenige zur Zeit  $n_2$  gleich  $s_2$  bei  $KR$ , und es sollen die beiden Zenithdistanzen auf das Mittel  $n_{12}$  der beiden Uhzeiten  $n_1$ , und  $n_2$  d. h. auf die Zeit

$$n_{12} = \frac{n_1 + n_2}{2}$$

reducirt werden. Sei die Zenithdistanz zu dieser Zeit gleich  $\zeta_{12}$ , so wird

$$s_1 = \zeta_{12} - \frac{d^2 s}{dt^2} (n_{12} - n_1) + \frac{1}{2} \frac{d^3 s}{dt^3} (n_{12} - n_1)^2$$

$$s_2 = \zeta_{12} + \frac{d^2 s}{dt^2} (n_2 - n_{12}) - \frac{1}{2} \frac{d^3 s}{dt^3} (n_2 - n_{12})^2$$

Da aber  $s_1 = L_0 - L_1$ ,  $s_2 = L_2 - L_0$  ist, wenn die Lesungen in den beiden Kreislagen mit  $L_1$  und  $L_2$  bezeichnet werden [oder aber  $L_1 - L_0$  und  $L_0 - L_2$  bei umgekehrter Bezeichnung], so erhält man durch Addition der beiden Gleichungen

$$\frac{1}{2} (L_2 - L_1) = \zeta_{12} + \frac{1}{2} \frac{d^3 s}{dt^3} \left( \frac{n_2 - n_1}{2} \right)^2,$$

daher

$$\zeta_{12} = \frac{1}{2} (L_2 - L_1) - \frac{d^3 s}{dt^3} \frac{2 \sin^2 \frac{1}{2} \frac{n_2 - n_1}{2}}{\arcsin''}$$

Die in dem letzten Gliede enthaltene Reduction wird daher in derselben Weise wie früher mit dem Argumente halbe Zwischenzeit zwischen den beiden combinirten Beobachtungen vorgenommen. Zu berücksichtigen ist jedoch, dass man die Differenz der Lesungen  $L_2 - L_1$  um die Differenzrefraction für die beiden, etwas verschiedenen Zenithdistanzen zu corrigiren hat, wobei man, da die Zenithdistanzen nicht sehr verschieden sein werden, von der Correction wegen der meteorologischen Instrumente absehen kann.

Hat man in dieser Weise die Zenithdistanzen  $\zeta_{12}$ ,  $\zeta_{23}$ ,  $\zeta_{34}$ , abgeleitet, so wird man aus diesen das Mittel  $Z$  ziehen, und ebenso das Mittel  $U$  der Uhzeiten  $n_{12}$ ,  $n_{23}$ , bilden, und schliesslich, nachdem das Mittel der Zenithdistanzen  $Z$  wegen wahrer Refraction corrigirt ist<sup>1)</sup> nach dem früher erwähnten Verfahren, das Mittel der Uhzeiten auf das Mittel der Zenithdistanzen oder das Mittel der Zenithdistanzen auf das Mittel der Uhzeiten reduciren. Wenn die Beobachtungen nahe gleichmässig vertheilt, so werden die einzelnen Mittelwerthe  $n_{12}$ ,  $n_{23}$ , nicht sehr weit von einander verschieden sein,

<sup>1)</sup> Statt dessen kann man auch die sämtlichen Lesungen wegen Refraction vollständig corrigiren



daher die Differenzen  $U - w_1$ ,  $U - w_2$ , sehr kleine Beträge, für welche die Correction  $\frac{d^2 s}{dt^2}$  vernachlässigt werden kann, so dass man die Mittel  $Z$  und  $U$  als zusammengehörig ansehen kann

Die Zeitbestimmung aus gleichen Höhen verschiedener Sterne zu beiden Seiten des Meridians. Betrachtet man die Zenithdistanz zweier Sterne, deren Rectascensionen und Declinationen bezw.  $\alpha$ ,  $\delta$  und  $\alpha'$ ,  $\delta'$  sind, so kann man aus den beiden Gleichungen

$$\begin{aligned}\cos s &= \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t \\ \cos s' &= \sin \varphi \sin \delta' + \cos \varphi \cos \delta' \cos t'\end{aligned}\quad (11)$$

zwei Unbekannte bestimmen. Wählt man  $s = s'$  so kann man ohne die Kenntniss von  $s$  die Zeit ermitteln, indem dann in der Differenz der beiden Gleichungen  $\cos s$  herausfällt. Es soll zunächst noch  $s$  und  $s'$  verschieden angenommen werden, dann erhält man durch Subtraction der beiden Gleichungen

$$\cos s - \cos s' = \sin \varphi (\sin \delta - \sin \delta') + \cos \varphi (\cos \delta \cos t - \cos \delta' \cos t') \quad (12)$$

Ist  $\theta$  die Sternzeit der Beobachtung des ersten Sternes,  $\theta'$  die Sternzeit der Beobachtung des zweiten Sternes, so ist

$$\theta = t + \alpha, \quad \theta' = t' + \alpha',$$

es wird demnach der Werth von

$$\tau = \frac{1}{2} (t' - t) = \frac{1}{2} (\theta' - \theta) - \frac{1}{2} (\alpha' - \alpha),$$

d. h.

$$\tau = \frac{1}{2} [(n' - n) + \Delta n] - \frac{1}{2} (\alpha' - \alpha), \quad (13a)$$

wobei  $n' - n$  die Differenz der Uhrzeiten, und  $\Delta n$  die Verbesserung desselben wegen des Uhrganges in der Zwischenzeit, also  $(n' - n) + \Delta n$  gleich der Differenz der Sternzeiten ist, eine bekannte Grösse. Hingegen wird

$$y = \frac{1}{2} (t' + t) = \frac{1}{2} (\theta' + \theta) - \frac{1}{2} (\alpha' + \alpha),$$

d. h.

$$y = \frac{1}{2} (n' + n) + \tau - \frac{1}{2} (\alpha' + \alpha), \quad (13b)$$

wegen des unbekannten Werthes des Uhrstandes  $n$  unbekannt. Sobald aber auf irgend eine Weise  $\frac{1}{2} (t' + t)$  gefunden wird, erhält man aus (13b) sofort den Werth von  $\tau$ . Nun wird

$$\cos t' = \cos (y + \tau) = \cos y \cos \tau - \sin y \sin \tau$$

$$\cos t = \cos (y - \tau) = \cos y \cos \tau + \sin y \sin \tau$$

Setzt man diese Ausdrücke in die Gleichung (11) ein, so erhält man

$$\begin{aligned}2 \sin \frac{s' - s}{2} \sin \frac{s' + s}{2} + \sin \varphi (\sin \delta - \sin \delta') + \cos \varphi \cos y \cos \tau (\cos \delta - \cos \delta') - \\ + \cos \varphi \sin y \sin \tau (\cos \delta + \cos \delta') = 0\end{aligned}$$

Setzt man hier, ebenso wie bei der Bestimmung der Zeit und des Azimuthes aus gleichen Azimuthen (vergl. den Artikel »Universaltrant«)

$$\begin{aligned}\rho \sin P &= \cos \varphi (\cos \delta - \cos \delta') \\ \rho \cos P &= \sin \varphi (\cos \delta + \cos \delta')\end{aligned}\quad (14)$$

so folgt

$$2 \sin \frac{s' - s}{2} \sin \frac{s' + s}{2} + \sin \varphi (\sin \delta - \sin \delta') + \rho \sin (P + y) \cos \varphi = 0$$

demnach

$$\sin (P + y) = \frac{\tan \varphi}{\rho} (\sin \delta' - \sin \delta) - \frac{2 \sin \frac{s' - s}{2} \sin \frac{s' + s}{2}}{\rho \cos \varphi} \quad (15)$$

Für  $s' = s$  wird hieraus

$$\sin (P + y) = \frac{\tan \varphi}{\rho} (\sin \delta' - \sin \delta), \quad (15a)$$

aus welcher Gleichung  $y$  bestimmt werden kann Will man dann die Zenithdistanzen selbst bestimmen, so kann dieses aus einer der beiden Gleichungen (11) geschehen Zur Erhaltung des Fernrohrs in derselben Zenithdistanz kann das als Almucantar bezeichnete Instrument dienen (vergl. auch hierüber den Artikel »Almucantar«)

Differenziert man die Gleichungen (11), so folgt

$$\begin{aligned} d\alpha &= \cos a \, d\varphi - \cos q \, dd + \cos q \sin a \, (d\kappa - d\alpha + d\lambda) \\ d\alpha' &= \cos a' \, d\varphi - \cos q' \, dd' + \cos q' \sin a' \, (d\kappa' - d\alpha' + d\lambda'), \end{aligned}$$

wobei wieder  $a, a'$  die Azimuthe und  $q, q'$  die parallaktischen Winkel der beiden Sterne bedeuten Durch Subtraction der beiden Gleichungen erhält man

$$\begin{aligned} d\alpha &= \frac{\cos a - \cos a'}{\cos q (\sin a' - \sin a)} \, d\varphi + \frac{\sin a}{\sin a' - \sin a} (d\kappa - d\alpha) - \frac{\sin a'}{\sin a - \sin a'} (d\kappa' - d\alpha') - \\ &\quad - \frac{\cos q}{\cos q (\sin a' - \sin a)} \, dd + \frac{\cos q'}{\cos q (\sin a' - \sin a)} \, dd' + \frac{d\alpha' - d\alpha}{\cos q (\sin a' - \sin a)} \end{aligned}$$

Der Einfluss von Fehlern in den Uhrzeiten sowohl als in den Sternpositionen und in der Polhöhe wird umso kleiner, je grosser die Differenz  $\sin a' - \sin a$  ist, d. h., wenn die Sterne zu beiden Seiten des Meridians möglichst nahe dem ersten Vertical beobachtet werden Da der Coefficient von  $d\varphi$  auch geschrieben werden kann

$$\frac{\tan \frac{1}{2}(\alpha' + \alpha)}{\cos q} \, d\varphi,$$

so sieht man, dass ein Fehler der Polhöhe vollständig verschwindet, wenn  $(\alpha' + \alpha)$  gleich Null ist, d. h. die beiden Sterne zu beiden Seiten des Meridians im gleichen Azimuthe die gleiche Höhe erreichen, also auch nahe dieselben Declinationen haben

Für Sterne verschiedener Declinationen wird es nöthig, die Zeit vorauszu berechnen, zu welcher ihre Höhen zu beiden Seiten des Meridians nahe dieselben werden Hierzu hat man  $\kappa = \kappa'$  zu setzen, und, da es sich nur um eine ge nährte Lösung handelt,  $\alpha = 0$  und hat dann

$$\alpha = \frac{1}{2}(\alpha - \alpha'), \quad y = \kappa - \frac{1}{2}(\alpha' + \alpha),$$

folglich

$$p \sin P = (\cos \delta - \cos \delta') \cos \frac{1}{2}(\alpha - \alpha')$$

$$p \cos P = (\cos \delta + \cos \delta') \sin \frac{1}{2}(\alpha - \alpha')$$

$$\sin(P + y) = \frac{\tan q}{p} (\sin \delta' - \sin \delta)$$

$$\kappa = \frac{1}{2}(\alpha + \alpha') + y$$

Die zugehörige Zenithdistanz findet man dann aus den Gleichungen (11), in denen  $\kappa = \kappa - \alpha$ ,  $\kappa' = \kappa' - \alpha'$  gesetzt wird, und die Azimuthe aus

$$\sin \alpha = \frac{\cos \delta \sin \kappa}{\sin \delta}, \quad \sin \alpha' = \frac{\cos \delta' \sin \kappa'}{\sin \delta'}$$

Die Lösung wird wesentlich einfacher, wenn  $\delta' = \delta$  ist, dann wird nämlich

$$\sin(P + y) = 0, \quad y = -P,$$

Da aber hierfür auch  $\sin P = 0$  wird, so folgt  $y = 0$  demnach

$$\kappa = \frac{1}{2}(\alpha' + \alpha) - \frac{1}{2}(\kappa' + \kappa) \quad (15b)$$

Es ist jedoch nicht nöthig, Sterne von genau gleicher Declination zu nehmen, welche Forderung übrigens kaum jemals zu erfüllen ist, sei  $\delta' - \delta$  eine mässige Grösse, so wird man die Gleichungen (14) und (15) leicht in die folgende Form bringen können

$$\begin{aligned}\sin(P+y) &= \frac{\tan \varphi \cos P}{\rho \cos P} \cdot 2 \sin \frac{\delta - \delta'}{2} \cos \frac{\delta' + \delta}{2} \\ &= \frac{\tan \varphi}{\sin \tau} \cos P \tan \frac{\delta' - \delta}{2} \\ \tan P &= \tan \frac{\delta' - \delta}{2} \tan \frac{\delta' + \delta}{2} \cot \tau,\end{aligned}$$

demnach

$$\begin{aligned}\frac{\sin(P+y) - \sin P}{\cos P} &= \sin y - \tan P(1 - \cos y) = \\ &= \sin y - 2 \tan P \sin^2 \frac{1}{2} y = \left( \frac{\tan \varphi}{\sin \tau} - \frac{\tan \frac{\delta' + \delta}{2}}{\tan \tau} \right) \tan \frac{\delta' - \delta}{2} \quad (16)\end{aligned}$$

Ist nun  $\delta' - \delta$  klein, so wird auch  $y$  eine kleine Grösse sein, unter der Voraussetzung, dass  $\tau = \frac{1}{2}(\delta' - \delta)$  nicht sehr klein wird. Für kleine Unterschiede der  $\delta$  und kleine Zenithdistanzen wird aber  $\tau$  nur dann gross sein können, wenn gleiche Zenithdistanzen zu verschiedenen Seiten des Meridians genommen sind, in diesem Falle wird dann die zweite Potenz von  $y$  vernachlässigt werden können, und an Stelle von  $\sin y$  und  $\tan \frac{\delta' - \delta}{2}$  können die Bögen gesetzt werden, so dass

$$y = \left( \frac{\tan \varphi}{\sin \tau} - \frac{\tan \frac{\delta' + \delta}{2}}{\tan \tau} \right) \frac{\delta' - \delta}{2} \quad (16a)$$

wird. Ist  $y$  nicht sehr klein, so erhält man leicht aus (16),

$$y - \frac{1}{2} \tan P y^3 - \frac{1}{4} y^4 = T \left[ \frac{\delta' - \delta}{2} + \frac{1}{2} \left( \frac{\delta' - \delta}{2} \right)^3 \right],$$

wobei

$$T = \frac{\tan \varphi}{\sin \tau} - \frac{\tan \frac{\delta' + \delta}{2}}{\tan \tau}$$

gesetzt ist. Durch Umkehrung der Reihe erhält man hieraus

$$\begin{aligned}y &= T \left( \frac{\delta' - \delta}{2} \right) + \frac{1}{2} \tan P T^3 \left( \frac{\delta' - \delta}{2} \right)^3 + \\ &+ \left[ \frac{T - T^3}{8} + \frac{T^3}{2} \sec^2 P \right] \left( \frac{\delta' - \delta}{2} \right)^5\end{aligned} \quad (17)$$

und dann den Uhrzeit

$$\begin{aligned}a &= \frac{1}{2}(\alpha' + \alpha) - \frac{1}{2}(\alpha' + \alpha) + y \\ &= \frac{1}{2}(\alpha' + \alpha) - \left[ \frac{1}{2}(\alpha' + \alpha) - y \right]\end{aligned} \quad (17a)$$

Sind die Zenithdistanzen nicht vollständig gleich, sodass die Differenz derselben  $\delta' - \delta$  nicht Null ist, so tritt die Gleichung (16) an Stelle der Gleichung (16a), wenn jedoch die Differenz eine sehr kleine ist, so kann man das Correctionsglied in der Form schreiben

$$- \frac{(\delta' - \delta) \sin \delta}{\rho \cos \varphi}$$

oder die Correction von  $\frac{\sin(P+y)}{\cos P}$ , d. h. das in (16) hinzutretende Correctionsglied

$$- \frac{(\delta' - \delta) \sin \delta}{\rho \cos \varphi \cos P} = - \frac{(\delta' - \delta) \sin \delta}{\cos \varphi \sin \tau (\cos \delta + \cos \delta')},$$

daher für nahe gleiche Deklinationen

$$-\frac{(s' - s) \sin s}{2 \cos \varphi \sin \tau \cos \delta} = -\frac{s' - s}{2} \frac{\sin s}{\cos \varphi \cos \delta \sin \tau}, \quad (18)$$

wobei die Correction wegen der Factoren  $(\delta' - \delta)$  und  $(s' - s)$  in Bogensecunden ausgedrückt erscheint (Das zweite Glied in (17) ist nützlich mit  $\text{arc } 1''$ , das dritte Glied mit  $\text{arc } 1''^2$  zu multipliciren) Der Werth von  $s$  braucht hierfür nur genähert bekannt zu sein

Die Zenithdistanzen  $s'$  und  $s$  können aus mehreren Gründen verschieden sein

1) Die gemessenen Zenithdistanzen sind bei gleicher Einstellung im Sextanten vorgenommen (die Beobachtung der Uhrzeit zu welcher die Zenithdistanz erreicht wird), der Clivhorizont hat aber eine gewisse Neigung, und zwar sei  $s$  die Neigung des Horizontes für den ersten Stein  $s'$  für den zweiten, positiv, wenn die russere (dem Stein zugekehrte) Seite die höhere ist, dann sind die gemessenen Zenithdistanzen um  $\pm s$ , bzw  $\mp s'$  zu corrigiren, um die wahren zu erhalten, und es ist

$$s' - s = s' - s$$

2) Die Zenithdistanzen sind gleich, die Beobachtungen sind im Universalinstrument (oder Almucranat) gemacht, und dabei hat sich die Lage der Feinschraube geändert, dann ist  $s' - s$  die Aenderung der Zenithdistanz bestimmt mittels einer die Aenderung anzeigenden Skizelle

3) Die Zenithdistanzen sind gleich, aber die Refraction hat sich in Folge Aenderung des Standes der meteorologischen Instrumente geändert. Dieses kann eintreten, wenn die Beobachtungen der Zeit noch etwas weit auseinander liegen (die folgende Methodo der correspondirenden Höhen), oder aber die Zenithdistanzen sind ebenfalls etwas verschieden, und in Folge dessen auch die Refractionen. Seien  $s, s'$  die gemessenen Zenithdistanzen,  $\rho, \rho'$  die zugehörigen Refractionen, also die wahren Zenithdistanzen  $s + \rho, s' + \rho'$ , so ist an Stelle von  $s' - s$  in Formel (18) zu setzen

$$(s' - s) + (\rho' - \rho)$$

Ist  $s' = s$ , so werden in der Differenz  $\rho' - \rho$  die mittleren Refractionen unberücksichtigt bleiben können und nur die Correctionen wegen der Aenderung im Stande der meteorologischen Instrumente zufließen

E Zeitbestimmung aus correspondirenden Höhen. Nimmt man  $\delta = \delta'$  und  $\alpha = \alpha'$ , d. h. beobachtet man denselben Stern in derselben Zenithdistanz vor und nach dem Meridurndurchgange, wobei die Zwischenzeit zwischen den Beobachtungen gleich dem doppelten Stundenwinkel ist, so verschwindet die Correction  $y$  und es wird einfach nach (15b)

$$v = \alpha - \frac{1}{2} (\mu' + \mu),$$

$\frac{1}{2} (\mu' + \mu)$  ist hier die Zeit des Durchganges durch den Meridian, welche, wenn der Stand der Uhr 0 wäre, gleich der Rectascension des Sternes sein müsste, der Unterschied gegen die Rectascension giebt daher unmittelbar den Stand der Uhr

Wählt man für diese Beobachtungen die Sonne, so wird man auf die Aenderung der Declination in der Zwischenzeit Rücksicht nehmen müssen. Die hieraus entstehende Correction ist durch die Gleichung (16a) gegeben,  $\frac{\delta' + \delta}{2}$  ist dabei die Declination zur Zeit des zwischen den beiden Beobachtungen gelegenen Meridurndurchganges, sei diese  $\delta$ , und führt man an Stelle von  $\delta' - \delta$  die 48 stündige Aenderung  $\mu$  der Declination der Sonne ein (von dem vorhergehen

den zum nachstfolgenden Mittage) so ist die einstündige Aenderung  $\frac{\mu}{48}$  und die Aenderung in der Zeit  $u' - u$  wird

$$\delta' - \delta = \frac{\mu}{48} (u' - u) = \frac{\mu}{48} 2\tau,$$

demnach mit allemirger Berücksichtigung der ersten Potenz von  $\mu$

$$y = \left( \frac{\tan \varphi}{\sin \tau} - \frac{\tan \delta}{\tan \tau} \right) \frac{\mu}{48} \tau,$$

welche Formel auch noch schreiben lässt

$$y = \left( \tan \varphi \frac{\tau}{\sin \tau} - \tan \delta \frac{\tau}{\tan \tau} \right) \frac{\mu}{48},$$

wobei, wenn  $\tau$  im Bogenmaasse angesetzt wird, wegen  $\mu$  (welches in Bogensekunden gegeben ist) der Ausdruck in Bogensekunden erhalten wird. Will man denselben in Zeitsecunden, um ihn direct in die Zeit  $\frac{1}{2}(u' + u)$  einzubringen, so wird man noch durch 15 dividiren, und erhält

$$y = \left( \tan \varphi \frac{\tau}{\sin \tau} - \tan \delta \frac{\tau}{\tan \tau} \right) \frac{\mu}{720} \quad (19)$$

und dann

$$\tau = \alpha - \left[ \frac{1}{2} (u' + u) - y \right]$$

Beobachtet man Vor und Nachmittag, so erhält man in dem Ausdrucke  $\frac{1}{2}(u' + u)$  nicht die Uhrzeit des wahren Mittags, man nennt die so amittelte Zeit den unverbesserten Mittag, die Correction  $-y$  die Mittagverbesserung.

Die Berechnung des Ausdruckes  $y$  wird vereinfacht, wenn man Tafeln für die Grössen

$$A = -\frac{1}{720} \frac{\tau}{\sin \tau}, \quad B = \frac{1}{720} \frac{\tau}{\tan \tau}$$

mit dem Argumente  $\tau$  gegeben hat, dann wird die Mittagverbesserung  $y = -y'$

$$y = A\mu \tan \varphi + B\mu \tan \delta \quad (20)$$

und es wird schliesslich

$$\tau = \alpha - \left[ \frac{1}{2} (u' + u) + s \right] \quad (20a)$$

der Stand der Uhr gegen Sternzeit im wahren Mittage, welche durch die Rectascension der Sonne zur Zeit des Meridiandurchganges gegeben ist. In diesem Falle aber hat man für  $\tau$  den um die Aenderung der Rectascension in der Zwischenzeit  $\frac{1}{2}(u' - u)$ , corrigirten Werth der durch die Sternuhr angegebenen Zwischenzeit zu setzen (Vergl. Formel 18a).

Handelt es sich aber um den Stand einer nach mittlerer Zeit gehenden Uhr, so hat man die Differenz Mittlere Zeit — Uhrzeit zu suchen, diese wird hierbei durch die Beobachtung für den Moment des wahren Mittags (Meridiandurchgang der Sonne) gegeben, die mittlere Zeit im wahren Mittage ist aber die Zeitgleichung  $Z$ , daher der Stand einer nach mittlerer Zeit gehenden Uhr gegen richtige mittlere Zeit

$$\alpha = Z - \left[ \frac{1}{2} (u' + u) + s \right] \quad (20b)$$

wobei als Argument

$$\tau = \frac{1}{2} (t' - t) = \frac{1}{2} (u' - u)$$

die halbe Zwischenzeit der Beobachtungen zu setzen ist, da der Stundenwinkel der Sonne gleich ist der wahren Sonnenzeit. Es ist nämlich, wenn  $W, W'$  die wahren,  $M, M'$  die mittleren Zeiten der Beobachtungen sind

$$t = W = M + Z, \quad t' = W' = M' + Z$$

$$t' - t = M' - M = (u' - u) + \Delta u$$

Tafeln für  $s$  wurden zuerst von GAUSS gegeben, und wurden später in verschiedenen Tafelsammlungen aufgenommen, (z. B. WARNEFORD'S »Hilfstafeln«, ALBERTUS'S Formeln und Hilfstafeln für die geographische Ortsbestimmung etc.)

Um des Nachmittags rechtzeitig zur Beobachtung bereit zu sein, muss man die Zeit des Beginnes genähert vorausberechnen. Hierzu hat man die Uhrzeit im mittleren Mittage  $12^h + \tau$ , im wahren Mittage  $12^h + \tau - M$ , ist die Uhrzeit der vormittägigen Beobachtung (bei einer Reihe von Beobachtungen, der letzten Beobachtung)  $u$ , so ist die Zwischenzeit

$$12^h + \tau - M - u,$$

Diese Zeit zur Uhrzeit im wahren Mittage hinzugegeben, giebt die Zeit der (ersten) Nachmittagsbeobachtung

$$24^h + 2(\tau - M) - u - 12^h = 12^h + 2(\tau - M) - u$$

Häufig wird es wegen der Witterungsverhältnisse erwünscht, Nachmittagsbeobachtungen mit darauffolgenden Vormittagsbeobachtungen zu verbinden, in diesem Falle wird

$$t = IV = M + Z$$

$$t' = 24^h - IV' = 24^h - (M' + Z)$$

$$t' - t = 24^h - (M' - M) = 24^h - [(u' - u) + \Delta u]$$

daher der hier zu verwendende Werth  $\tau'$

$$\tau' = 12^h - \tau$$

wenn  $\tau$  dieselbe Bedeutung wie früher hat,  $y$  wird daher

$$y = \left( \frac{\tan \delta}{\sin \tau} + \frac{\tan \delta}{\tan \tau} \right) \frac{\mu}{48} (12^h - \tau)$$

oder, da  $s = -y$  ist

$$s = + A \mu f \tan \varphi - B \mu f \tan \delta$$

$$f = \frac{12^h - \tau}{\tau}, \quad \tau = \frac{1}{2} [(u' - u) + \Delta u]$$

$$s = \angle - \left[ \frac{1}{2} (u' + u) + s \right]$$

Selbstverständlich sind hier  $\phi$  und  $Z$  für den zwischenliegenden Meridian durchgang, d. h. für die zwischenliegende Mittelnacht zu nehmen,  $\frac{1}{2} (u' + u)$  ist die unverbesserte Mittelnacht,  $s$  die Mittelnachtsverbesserung

Beispiel Das Beispiel auf pag. 118 gab als Mittel der Uhrzeiten

Vormittags  $8^h 17^m 22^s 17$

Nachmittags  $8^h 54^m 55^s 88$

halbe Zwischenzeit  $\tau = 8^h 48^m 35^s 8 = 3^h 8^m 10^s$

Damit wird, da  $\mu = + 24' 14'' 9 = 1464'' 9$  ist

$$\log \tau = 0 5800$$

$$\log \tau = 0 5809$$

$$\log \sin \tau = 9 9215$$

$$\log \tan \tau = 0 1900$$

$$\log 720 = 2 8573$$

$$\log 720 = 2 8578$$

$$\log A = 7 7998$$

$$\log B = 7 5880$$

$$\log \mu = 8 1628$$

$$\log \mu = 3 1628$$

$$\log \tan \varphi = 0 0488$$

$$\log \tan \delta = 0 5661$$

$$\log (A \mu f \tan \varphi) = 1 0109$$

$$\log (B \mu f \tan \delta) = 0 2025$$

$$- A \mu f \tan \varphi + B \mu f \tan \delta = - 10^s 25 + 1^s 88 = - 8^s 42$$

Unverbesserte Mittag  $0^h 5^m 58^s 00$

Mittagsverbesserung  $- 8 12$

Uhrzeit im wahren Mittage  $0^h 5^m 49^s 88$

Zeitgleichung  $- 8 89 16$

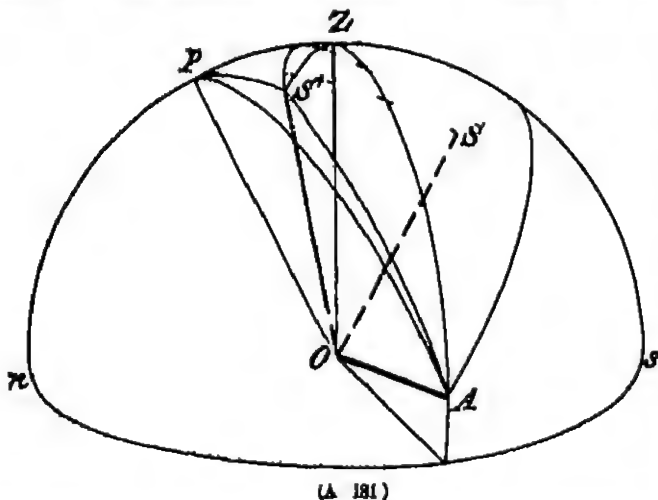
$s = - 9^m 28^s 74$

**F Zeitbestimmungen durch Beobachtung von Sternen im Verticale des Polarsternes (DOLLNDS Methode)** Die Bestimmung der Zeit aus Durchgangsbeobachtungen im Meridien ist in die Bedingung geknüpft, dass man das Azimuth des Instrumentes durch Zuruehung eines Polsternes bestimmt. Allein die Zahl der polnahen Sterne ist nicht allzu gross, vollends im 17te, wie man dieses bei Beobachtungen für geodetische Zwecke häufig in die Lage kommt, zu thun, und man ruft Beobachtungen des hellen Polsternes allein angewiesen sein, und hierdurch wird man in der Anordnung der Beobachtungen durch die den Zeitbestimmungen einzureumende Zeit wesentlich behindert.

Man kann sich von dieser Beschränkung frei machen, wenn man ein Passageninstrument benützt, welches in einem beliebigen Azimuth festzustellen ist (z. B. das Universaltransit, doch kann jedes beliebige Passageninstrument dem selben Zwecke dienen, wenngleich für den vorliegenden Zweck die Verstellung rasch und sicher ausgeführt werden muss), dasselbe zu einer gegebenen Zeit in denjenigen Azimuth bringt, welches der Polstern zu dieser Zeit hat, und man um diese Zeit einen oder mehrere Zeitsterne hinzuzieht, welche eben um diese Zeit dasselbe Azimuth erreichen.

Auf die ganze vorhandene Literatur über diese Methode kann hier nicht eingegangen werden, nebst den zahlreichen Arbeiten DOLLNDS ist in dieser Linie die erschöpfende Arbeit von HARZLER »Ueber die Zeitbestimmung im Verticale des Polarsternes«, Publicationen der Sternwarte in Kiel, No. X, zu nennen, in welcher über manche Gegenstände, die hier nur kurz erwähnt werden können, nachgesehen werden kann.

Die Lösung der Aufgabe ist bereits in dem beim Universaltransit (s. dieses) gegebenen Beispiel enthalten. Allein dort ist angenommen, dass das Instrument fehlerfrei und fehlerfrei aufgestellt ist. Dieses trifft aber nicht zu. Sei die



(A 181)

Höhenaxe um den Winkel  $s$  gegen den Horizont geneigt (positiv, wenn das westliche Axenende das höhere ist) und das Azimuth dieses Axenendes  $90^\circ - i$ , so wird man hier ebenfalls  $s$  als eine sehr kleine Grösse ansehen können, hingegen wird  $i$  beträchtliche Werthe erreichen. Sei  $A$  (Fig. 481) das westliche Axenende,  $Z$

das Zenith,  $P$  der Pol,  $S'$  der Polstern,  $S$  ein Zeitstern, so wird  $ZA = 90^\circ - i$ , ferner, da  $s$  die Richtung gegen Süden ist,  $\angle SPA = 90^\circ - i$  sein. Sei weiter die Deklination des westlichen Axenendes  $n$ , der Stundenwinkel  $90^\circ - m$ , so ist  $PA = 90^\circ - n$ ,  $\angle SPA = 90^\circ - m$ .

Für den Zeitstern  $S$ , dessen sphärische Coordinaten, Rectascension und Deklination  $\alpha$  und  $\delta$  seien, ist der Stundenwinkel  $SPS = t$  (in der Figur negativ oder  $360^\circ - t$ ) und  $PS = 90^\circ - \delta$ , für den Polstern  $S'$  dessen Coordinaten



$\alpha'$ ,  $\delta'$  seien, ist der Stundenwinkel  $S'Pz = t'$  und  $PS' = 90^\circ - \delta'$ , endlich soll die Differenz der Stundenwinkel  $t' - t$  mit  $2\tau$  bezeichnet werden, also

$$t' - t = 2\tau$$

Der von der Absehlenslinie  $OS$  beschriebene grösste Kreis wird nur dann durch das Zenith gehen, wenn der Collimationsfehler 0 ist, man kann nun aber annehmen, dass der Collimationsfehler nicht für beide Sterne derselbe ist (die beiden Sterne nicht am selben Faden beobachtet sind), sei derselbe für den Zeitstern  $S$  gleich  $C$ , für den Polstern  $S'$  gleich  $C'$ , so wird  $AS = 90^\circ + C$ ,  $AS' = 90^\circ + C'$  und der grösste Kreis  $SS'$  geht nicht durch das Zenith<sup>1)</sup>

Aus dem Dreiecke  $ASP$  mit den Seiten  $90^\circ + C$ ,  $90^\circ - n$ ,  $90^\circ - \delta$  und dem der eisten Seite gegenüberliegenden Winkel  $90^\circ - m - t$  erhält man

$$-\sin C = \sin n \sin \delta + \cos n \cos \delta \sin (m + t) \quad (21 a)$$

und aus dem Dreiecke  $AS'P$  mit den Seiten  $90^\circ + C'$ ,  $90^\circ - n$ ,  $90^\circ - \delta'$  und dem der eisten Seite gegenüberliegenden Winkel  $90^\circ - m - t'$

$$-\sin C' = \sin n \sin \delta' + \cos n \cos \delta' \sin (m + t') \quad (21 b)$$

\*) Als eine strenge Lösung der Aufgabe möge hier die folgende einfache Form angeführt werden. Sei die Entfernung  $SS'$  im grössten Kreise gleich  $\alpha'$  der Winkel  $PS'S'$  gleich  $\xi$ ,  $AS'S' = 90^\circ + \eta$ ,  $APS' = 90^\circ - \gamma$ , so erhält man

1) Aus dem Dreiecke  $SPS'$  mit den Seiten  $90^\circ - \delta$ ,  $90^\circ - \delta'$  und  $\alpha'$  und den gegenüberliegenden Winkeln  $\xi$ ,  $360^\circ - t - t' = t - t' = 2\tau$

$$\begin{aligned} \cos \alpha' &= \sin \delta \sin \delta' + \cos \delta \cos \delta' \cos 2\tau \\ \sin \alpha' \sin \xi &= \cos \delta' \sin 2\tau \\ \sin \alpha' \cos \xi &= \cos \delta \sin \delta' - \sin \delta \cos \delta' \cos 2\tau, \end{aligned} \quad (a)$$

2) Aus dem Dreiecke  $ASS'$  mit den Seiten  $90^\circ + C$ ,  $90^\circ + C'$ ,  $\alpha'$  und den gegenüberliegenden Winkeln  $\eta$ ,  $90^\circ + \eta$ , \*

$$\sin \eta = \frac{\sin C' - \sin C \cos \alpha'}{\cos C \sin \alpha'}, \quad (b)$$

3) Aus dem Dreiecke  $APS$  mit den Seiten  $90^\circ - \delta$ ,  $90^\circ - n$ ,  $90^\circ + C$  und den gegenüberliegenden Winkeln  $\gamma$ ,  $90^\circ + (\xi + \eta)$ ,  $90^\circ - \gamma$

$$\begin{aligned} \sin n &= -\sin C \sin \delta - \cos C \cos \delta \sin (\xi + \eta) \\ \cos n \cos \gamma &= \cos C \cos (\xi + \eta) \\ \cos n \sin \gamma &= \sin C \cos \delta + \cos C \sin \delta \sin (\xi + \eta), \end{aligned} \quad (c)$$

4) Aus dem Dreiecke  $APz$  mit den Seiten  $90^\circ - t$ ,  $90^\circ - n$ ,  $90^\circ - \varphi$  und den gegenüberliegenden Winkeln  $0^\circ - m$ ,  $90^\circ + \beta$ , \*

$$\sin \beta = \sin n \sin \varphi + \cos n \cos \varphi \sin m$$

und daraus

$$\sin m = -\tan n \tan \varphi + \sin \beta \sec n \sec \varphi, \quad (d)$$

$m$  ist eindeutig bestimmt, da es kleiner als  $90^\circ$  ist, aber positiv oder negativ sein kann

Da nun

$$t' - t = 2\tau = (m' - \alpha') - (m - \alpha)$$

eine bekannte Grösse ist, so erhält man aus (a) die Grössen  $\alpha$ ,  $\beta$ , aus (b) den Werth von  $\eta$ , aus (c) weiteres  $n$  und  $\gamma$ , endlich aus (d) den Werth von  $m$ , und da schliesslich

$$SPZ = 360^\circ - t = \angle APS - \angle APZ = (90^\circ - \gamma) - (90^\circ - m) = m - \gamma$$

ist, so wird

$$t = \gamma - m,$$

demnach, weil  $\gamma = t - m + \alpha$  ist

$$\alpha = \alpha - n + (\gamma - m), \quad (e)$$

wobei  $\gamma$  und  $m$  selbstverständlich im Zeitmaass auszu drücken sind. Diese siterigen Formeln sind aber in der Rechnung sehr unpraktisch, man könnte aus ihnen wohl auch Näherungsformeln ableiten; doch wäre diese Ableitung weniger übersichtlich, und giebt nicht die einfachsten Rechnungsmethoden, weshalb oben ein anderes Verfahren eingeschlagen wurde

Die Grössen  $m$  und  $n$  sind aber leicht durch die auf den Horizont bezogenen Coordinaten  $z$  und  $h$  des westlichen Axenendes auszudrücken, man erhält aus dem Dreiecke  $APZ$ , in welchem

$$\text{die Seiten } 90^\circ - n, 90^\circ - z, 90^\circ - \varphi,$$

und die gegenüberliegenden Winkel  $90^\circ + l, 90^\circ - m,$  \*  
sind, die Gleichungen

$$\begin{aligned}\sin n &= \sin z \sin \varphi - \cos z \cos \varphi \sin h \\ \cos n \cos m &= \cos z \cos h \\ \cos n \sin m &= \sin z \cos \varphi + \cos z \sin \varphi \sin h\end{aligned}\quad (22)$$

Substituiert man die Formeln (22) in (21a), so folgt

$$\begin{aligned}-\sin C &= \sin z (\sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t) \\ &- \cos z \sin h (\cos \varphi \sin \delta - \sin \varphi \cos \delta \cos t) \\ &+ \cos z \cos h \cos \delta \sin t\end{aligned}$$

und eine ähnliche Entwicklung für  $C'$ , in welcher nur  $\delta', t'$  an Stelle von  $\delta, t$  steht. Die Werthe von  $z, t$  sind aber nicht bekannt, man hat

$$\begin{aligned}z &= n + \alpha - a \\ t &= m' + \tau - \alpha',\end{aligned}$$

wenn  $n, m'$  die Uhrzeiten der Beobachtung der beiden Sterne sind. Dabei ist

$$t' - t = (m' - \alpha') - (n - \alpha)$$

eine bekannte Grösse. Schreibt man daher

$$\begin{aligned}t' - t &= (m' - \alpha') - (n - \alpha) = 2\tau \\ t' + t &= 2\theta,\end{aligned}\quad (23)$$

so wird

$$t = \theta + \tau, \quad t' = \theta - \tau \quad (23a)$$

und die beiden Gleichungen für  $\sin C, \sin C'$  werden<sup>1)</sup>

$$\begin{aligned}-\sin C &= \sin z \cos n - \\ &- \cos z \sin h [\cos \varphi \sin \delta - \sin \varphi \cos \delta \cos (\theta - \tau)] + \\ &+ \cos z \cos h \cos \delta \sin (\theta - \tau),\end{aligned}$$

wobei der Coefficient von  $\sin z$  durch  $\cos n$  ersetzt wurde, da wegen der Kleinheit von  $z$  ein genügender Werth der Zenithdistanz genügen wird.

Diese und die analoge Formel für den zweiten Stern können nun geschrieben werden

$$\begin{aligned}\cos z \sin h [\cos \varphi \sin \delta - \sin \varphi \cos \delta \cos (\theta - \tau)] - \cos z \cos h \cos \delta \sin (\theta - \tau) &= \sin C + \sin z \cos n \\ \cos z \sin h [\cos \varphi \sin \delta' - \sin \varphi \cos \delta' \cos (\theta + \tau)] - \cos z \cos h \cos \delta' \sin (\theta + \tau) &= \sin C' + \sin z \cos n'\end{aligned}$$

Sucht man aus diesen Gleichungen einmal  $\cos z \sin h$ , dann  $\cos z \cos h$ , so erhält man

$$\begin{aligned}N \cos z \sin h &= (\sin C + \sin z \cos n) \cos \delta' \sin (\theta + \tau) - (\sin C' + \sin z \cos n') \cos \delta \sin (\theta - \tau) \\ N \cos z \cos h &= (\sin C + \sin z \cos n) [\cos \varphi \sin \delta' - \sin \varphi \cos \delta' \cos (\theta + \tau)] - \\ &- (\sin C' + \sin z \cos n') [\cos \varphi \sin \delta - \sin \varphi \cos \delta \cos (\theta - \tau)],\end{aligned}\quad (24)$$

wobei

$$N = \cos \varphi \sin (\delta - \delta') \sin \theta \cos \tau + \cos \varphi \sin (\delta + \delta') \cos \theta \sin \tau - \sin \varphi \cos \delta \cos \delta' \sin 2\tau \quad (24a)$$

ist. Eine strenge Lösung würde hieraus erhalten, indem, wenn die rechten Seiten der beiden Gleichungen (24) mit  $A$  und  $B$  bezeichnet werden,

<sup>1)</sup> Man hätte diese Formel auch aus der Betrachtung des Dreieckes zwischen dem Zenith  $Z$ , dem Stern  $S$  und dem Axenende  $A$  in der Form erhalten

$$-\sin C = \sin z \cos a + \cos z \sin a \sin (h + a),$$

wenn  $a, a$  Zenithdistanz und Azimuth des Sternes  $S$  sind, für  $a$  ist aber nunmehr der Stundenwinkel zu substituieren, was mittels der bekannten Formeln auf den obigen Werth führt.

$$N^2 = A^2 + B^2$$

wäre Da aber rechts noch die Unbekannte  $\theta$  auftritt, so wird dies dennoch nur eine indirekte Lösung welche wesentlich vereinfacht werden kann wenn man berücksichtigt, dass  $i$ ,  $C$ ,  $C'$  nur kleine Grössen sind. Im den Fall, dass  $i = C = C' = 0$  wie, d. h. dass das Instrument schleifrei und auch fehlerfrei (ohne Avenneigung aber in einem beliebigen Azimuth  $I$ ) aufgestellt wäre, würde

$$N \cos i \sin I = 0$$

$$N \cos i \cos I = 0,$$

d. h. für jedes beliebige  $I$  der Werth

$$N = 0$$

folgen. Bestimmt man den hieraus folgenden Werth von  $\theta$ , der mit  $\theta_0$  bezeichnet werden soll, so ist

$$\cos \varphi \sin (\delta - \delta') \sin \theta_0 \cos \tau + \cos \varphi \sin (\delta + \delta') \cos \theta_0 \sin \tau - \sin \varphi \cos \delta \cos \delta' \sin 2\tau = 0$$

Setzt man behufs Auflösung dieser Gleichung

$$\begin{aligned} \sin (\delta - \delta') \cos \tau &= m \cos AI \\ \sin (\delta + \delta') \sin \tau &= n \sin AI, \end{aligned} \quad (25)$$

so erhält man zur Bestimmung von  $\theta_0$  die Gleichung

$$m \sin (AI + \theta_0) = \tan \varphi \cos \delta \cos \delta' \sin 2\tau, \quad (25a)$$

die die aus Anlass derselben Aufgabe beim Universalinstrument abgeleitete Gleichung. Sei nun

$$\theta = \theta_0 + 2\theta \quad (26)$$

also  $2\theta$  die kleine an  $\theta_0$  anzubringende Correctiongröße, welche den richtigen Werth von  $\theta$  giebt, so ist

$$N = m \sin (AI + \theta) \cos \varphi - \sin \varphi \cos \delta \cos \delta' \sin 2\tau$$

oder da

$$0 = m \sin (AI + \theta_0) \cos \varphi - \sin \varphi \cos \delta \cos \delta' \sin 2\tau$$

ist, auch

$$\begin{aligned} N &= m \sin (AI + \theta) \cos \varphi - m \sin (AI + \theta_0) \cos \varphi = \\ &= 2m \cos \varphi \sin \frac{\theta - \theta_0}{2} \cos \left( AI + \frac{\theta + \theta_0}{2} \right) \end{aligned}$$

oder da  $\frac{\theta - \theta_0}{2} = \theta$  gesetzt wurde

$$N = 2m \cos \varphi \sin \theta \cos (AI + \theta_0 + \theta) \quad (27)$$

erner ist

$$\begin{aligned} \cos \delta' \sin (\theta + \tau) &= \sin \delta' \sin \alpha' \\ \cos \varphi \sin \delta' - \sin \varphi \cos \delta' \cos (\theta + \tau) &= -\sin \delta' \cos \alpha' \\ \cos \delta \sin (\theta - \tau) &= \sin \delta \sin \alpha \\ \cos \varphi \sin \delta - \sin \varphi \cos \delta \cos (\theta - \tau) &= -\sin \delta \cos \alpha \end{aligned}$$

In denjenigen Ausdrücken in denen  $\sin i$  als Factor auftritt, kann hier unbedenklich  $\alpha = 180^\circ + \alpha$  angenommen werden, und man erhält dann weiter

$$\begin{aligned} N \cos i \sin h &= -\sin i \sin \alpha \sin (\delta' + \tau) + \sin C \cos \delta' \sin (\theta + \tau) - \sin C' \cos \delta \sin (\theta - \tau) \\ N \cos i \cos h &= +\sin i \cos \alpha \sin (\delta' + \tau) + \cos \varphi [\sin C \sin \delta - \sin C' \sin \delta] - \\ &\quad - \sin \varphi [\sin C \cos \delta' \cos (\theta + \tau) - \sin C' \cos \delta \cos (\theta - \tau)] \end{aligned} \quad (28)$$

Diese Formeln können anzuwenden, wenn  $C$  und  $C'$  grössere Werthe hätten also wenn Beobachtungen berechnet werden sollten, bei denen Polstein und Zeitstern jeder an einem anderen Seitenfaden beobachtet ist. Die Auflösung der Gleichungen wäre dann indirekt, indem zunächst für  $\theta$  ein Näherungswert  $\theta_0$  eingeführt würde, mit welchem die rechten Seiten von (28) zu berechnen sind. Damit folgen Werthe von  $N$  und  $h$ , ( $\cos i$  kann unbedenklich gleich 1 angenommen werden), und mit dem so erhaltenen Werthe von  $N$  folgt aus (27)

der Werth von  $\theta$ , somit nach (26) ein besserer Werth für  $\theta$  mit welchem die Rechnung zu wiederholen wäre

Dieser Rechnungsmechanismus wird aber aus zwei Gründen nicht praktisch, denn erstens wäre eben die Rechnung inducirt, und zweitens werden ja die Sterne nicht an einzelnen Fäden beobachtet, sondern an mehreren Geraden dieser letztere Umstand, welcher speciell eine willkürliche Combination von Fäden des Polsternes und Zeitsternes erfordern würde, legt die Nothwendigkeit einer anderen Lösung nahe. Auch hier wird es wieder praktisch, die sämtlichen Beobachtungen auf einen Mittelfaden zu reduciren, dessen Collimationsfehler möglichst klein gehalten werden kann. Wird dieser zunächst vorausgesetzt, d. h. sind  $s, s'$  die beobachteten Uhrzeiten am Mittelfaden, für welchen  $C = C' = c$  sehr klein ist, so kann man für die Coefficienten von  $c$  dieselben Substitutionen vornehmen, wie dieselben oben für die Coefficienten von  $\sin i$  vorgenommen wurden, und man erhält dann, wenn noch  $\cos i = 1$  gesetzt wird

$$\begin{aligned} N \sin h &= -\sin i \sin(s' + s) \sin a - \sin c (\sin s' + \sin s) \sin a \\ N \cos i &= +\sin i \sin(s' + s) \cos a + \sin c (\sin s' + \sin s) \cos a, \end{aligned}$$

aus welchen Gleichungen man  $N$  und  $h$  sofort ermitteln kann. Man findet leicht

$$N = \sin i \sin(s' + s) + \sin c (\sin s' + \sin s), \quad i = -a,$$

wonach  $\theta$  aus der Gleichung folgt

$$2m \cos \varphi \sin \theta \cos(M + \theta_0 + \theta) = \sin i \sin(s' + s) + \sin c (\sin s' + \sin s) \quad (29)$$

und mit Rücksicht auf die Kleinheit der Werthe von  $i$  und  $c$

$$\theta = \frac{i \sin(s' + s) + c (\sin s' + \sin s)}{2m \cos \varphi \cos(M + \theta_0)},$$

daher

$$\theta = \theta_0 + \frac{i \sin(s' + s) + c (\sin s' + \sin s)}{m \cos \varphi \cos(M + \theta_0)} \quad (30)$$

Diese Art der Auflösung knüpft sich aber an die Bedingung, dass die Collimationsfehler klein sind, d. h. dass die Seitenfäden auf den Mittelfaden reducirt sind. Sei also

$$C = c - f$$

wobei  $f$  der Abstand des Seitenfadens vom Mittelfaden, positiv oder negativ ist, je nachdem der Seitenfaden später oder früher als der Mittelfaden getroffen wird, so folgt aus (21), wenn man unter  $v$  die Reduction vom Seitenfaden auf den Mittelfaden versteht, d. h. die Zeit, welche der Stern braucht, um vom Mittelfaden zum Seitenfaden, oder von diesem zum Mittelfaden zu kommen

$$\begin{aligned} -\sin c &= \sin n \sin \delta + \cos n \cos \delta \sin(m + i) \\ -\sin(c - f) &= \sin n \sin \delta + \cos n \cos \delta \sin(m + i + v) \end{aligned}$$

Subtrahirt man hier die erste Gleichung von der zweiten, so erhält man

$$\sin c - \sin(c - f) = \cos n \cos \delta [\sin(m + i + v) - \sin(m + i)]$$

oder

$$2 \sin \frac{f}{2} \cos \left( \frac{f}{2} - c \right) = 2 \cos n \cos \delta \sin \frac{v}{2} \cos \left( m + i + \frac{v}{2} \right)$$

Da hier die Berechnung von  $n$  und  $m$  nöthig wäre, weil dessen Werthe wegen der Aufstellung des Instrumentes ausserhalb des Meridians nicht sehr klein vorausgesetzt werden dürfen, so ist es nöthig statt derselben  $i$  und  $h$  ein/ $u$  führen, zu welchem Zwecke rechts  $\cos \left( m + i + \frac{v}{2} \right)$  aufzulösen ist. Es wird

$$2 \sin \frac{f}{2} \cos \left( \frac{f}{2} - c \right) = 2 \cos \delta \sin \frac{u}{2} \left[ \cos h \cos m \cos \left( t + \frac{u}{2} \right) - \cos h \sin m \sin \left( t + \frac{u}{2} \right) \right]$$

und durch Substitution der Ausdrücke aus (23) nach einigen Reduction

$$2 \sin \frac{f}{2} \cos \left( \frac{f}{2} - c \right) = 2 \cos \delta \sin \frac{u}{2} \left\{ - \sin i \cos \varphi \sin \left( t + \frac{u}{2} \right) + \right. \\ \left. + \cos i \left[ \cos \frac{u}{2} (\cos l \cos t - \sin \varphi \sin h \sin t) - \sin \frac{u}{2} (\cos h \sin t + \sin \varphi \sin h \cos t) \right] \right\}$$

Ist nun  $a$  das Azimuth des Zeitsterne bei seinem Durchgange durch den Mittelfaden, so ist  $h = -a$  (die oben für den Mittelfaden abgeleitete Beziehung), da aber, wenn  $q$  den parallaktischen Winkel, im Momente des Sterndurchgangs durch den Mittelfaden bedeutet, die Beziehungen gelten

$$\cos q = \cos i \cos a + \sin i \sin a \sin \varphi \\ - \sin \delta \sin q = \sin i \cos a - \cos i \sin a \sin \varphi,$$

so wird

$$\sec \delta \sin \frac{f}{2} \cos \left( \frac{f}{2} - c \right) = \cos i \cos q \sin \frac{u}{2} \cos \frac{u}{2} \left[ - \tan i \frac{\cos \varphi}{\cos q} \frac{\cos \left( t + \frac{u}{2} \right)}{\cos \frac{u}{2}} + 1 + \right. \\ \left. + \tan \frac{u}{2} \sin \delta \tan q \right] \quad (a)$$

Die Reductionen werden nun etwas verschieden für Zeit und Polsterne sein

1) Für Zeitsterne hat man, da  $\sec \delta$  mäßig ist,  $\delta$  sehr klein gehalten werden kann, und in der Nähe des Meridians auch  $q$  klein ist,  $u$  gegenüber  $f$  nur mäßig vergrößert, man kann daher wegen der Kleinheit von  $c$  in diesem Falle

$\cos \left( \frac{f}{2} - c \right)$  durch  $\cos \frac{f}{2}$  ersetzen, und ebenso werden in dem Coefficienten von  $i$  die  $\cos \frac{u}{2}$  und  $\cos \left( t + \frac{u}{2} \right)$  gleich 1 gesetzt werden können, und es wird daher

$$\sin f \sec \delta \sec i \sec q = \sin u \left[ 1 + \sin \delta \tan q \tan \frac{u}{2} - \sin i \cos \varphi \right]$$

Die Correction  $\sin i \cos \varphi$  wird nun selbst für größere Deklinationen noch ausreichend in dieser Form berücksichtigt, während für kleinere  $\delta$  dieser Betrag auf die Correction von  $\sin u$  einen merklichen Einfluss überhaupt nicht hat, so dass man für Zeitsterne

$$\sin u = \frac{\sin f \sec \delta \sec q}{1 + \sin \delta \tan q \tan \frac{u}{2}}$$

selben kann. Das Auftreten des parallaktischen Winkels in dieser Formel berücksichtigt in der Reduction auf den Mittelfaden die Abweichung des Instrumentes vom Meridian. Für den Meridian selbst wird  $q = 0$ , für Zeitsterne kann man übrigens noch genügend genau den Bogen mit dem Sinus vertauschen, und hat dann

$$u = \frac{f \sec \delta \sec q}{1 + \frac{1}{2} u \sin \delta \tan q}$$

oder

$$u = f \sec \delta \sec q - \frac{1}{2} f^2 \sin i \tan \delta \sec \delta \tan q \sec^2 q \quad (B1a)$$

$$u_m = u_s - u,$$

wenn  $u_s$  die Antrittszeit des Steines am Seitenfaden, und  $u_m$  die zugehörige Zeit des Mittelfadens ist

Ein Stern, dessen Rectascension  $\alpha$  ist, kommt für einen ganz bestimmten Stundenwinkel in den Vertical des Polsternes, worüber unten gesprochen wird, diesem Stundenwinkel und seiner Deklination entspricht ein ganz bestimmter parallaktischer Winkel  $q$ , man kann demnach für jeden Zeitstern, ebenso wie man seine Reductionen auf den Mittelfaden für den Durchgang durch das Fadennetz eines Meridianinstrumentes bestimmen kann, auch die Reductionen  $v$  ermitteln für den Durchgang durch den Vertical des Polsternes. Diese werden hier aber nicht nur von seiner Deklination, sondern auch von seiner Rectascension abhängen, denn diese bestimmt das zugehörige Azimuth des Polsternes und damit den Werth von  $q$ . Mit Berücksichtigung des zweiten Gliedes würden die Fadenreductionen etwas verschieden für beide Kreislagen. Die Formeln (81a) bestimmen nämlich die Reductionen vom späteren Seitenfaden auf den Mittelfaden<sup>1)</sup>. Für einen Faden der vor dem Mittelfaden passiert wird, ist der Collimationsfehler  $C = c + f$  (gemessen vom westlichen Axenende), die Reduction  $v$  ändert dabei ebenso wie die Fadendistanz  $f$  das Zeichen, und es wird

$$v' = f \sec \delta \sec q + \frac{1}{2} f^2 \tan q \sec \delta \tan q \sec^2 q \quad (81b)$$

$$u_m = u_s + v',$$

oder, wenn  $\delta$  wesentlich größer wird

$$\sin v = \frac{\sin f \sec \delta \sec q}{1 \mp \sin \delta \tan q \tan \frac{v}{2}}, \quad u_m = u_s \pm v \quad (81c)$$

wo die oberen Zeichen für voringehende, die unteren für folgende Seitenfäden gelten<sup>2)</sup>. Meist wird nun aber das zweite Glied in (81a), (81b) vernachlässigt werden, und dann ist die Reduction einfach

$$v = f \sec \delta \sec q \quad (81d)$$

HARKER schlägt vor, den Zeitstern nur in der einen Hälfte der Fäden zu beobachten, bis zu einer gewissen, nicht zu kleinen Entfernung vom Mittelfaden, dann rasch umzulegen und den Stern neuerdings an denselben Fäden, jetzt in der andern Kreislage zu beobachten. Da in diesen beiden Fällen das erste Glied der Reduction in (81a), (81b) oder (81d) das entgegengesetzte Zeichen erhält, so wird es im Mittel wegfallen, und man braucht die Reductionen auf den Mittelfaden überhaupt nicht zu rechnen, wenn man vom zweiten Gliede absehen kann. Ueberdies ist dann  $c = 0$  zu setzen, da man auf einen ideellen Mittelfaden reducirt, dessen Collimationsfehler gleich Null ist. Geht dabei aber ein Faden auf der einen Seite verloren, so muss derselbe Faden auf der andern Seite als unvollständig ebenfalls weggelassen werden. Diese Methode scheint daher gegen die von DÖLLEN früher vorgeschlagene doch keine wesentlichen Vorzüge zu haben, selbst bei völlig sicherem Umlegen wird man stets in die Unannehmlichkeit versetzt einen oder den andern gut brauchbaren Faden weglassen zu müssen. Auch wird man bei kleinen Deklinationen weit vom Mittelfaden aufhören müssen, um Zeit zum Umlegen zu haben<sup>3)</sup>. Wahrscheinlich

<sup>1)</sup> Dieser Seitenfaden liegt im Mikrometer des geraden Fernrohrs östlich vom Mittelfaden.

<sup>2)</sup> Dass  $f$  bei Aenderung der Kreislage dasselbe bleibt aber der Fall ist in der einen Kreislage vor, in der andern nach dem Mittelfaden angetreten wird, muss bei der Reduction selbstverständlich berücksichtigt werden. Anders ausgesprochen die Reihenfolge der Fäden kehrt sich beim Umlegen oder Durchschlagen des Fernrohrs um.

<sup>3)</sup> Ich beobachtete an einem Universalinstrumente dessen 9 Fäden, Mittelfaden und 4 Fäden jedesmal von Äquatorsteilen in etwa 2" passiert wurden. Es war daher unmöglich umzulegen, oder selbst nur durchzuschlagen.

waren es diese Umstände (nicht aber wie HARZER meint, die Abneigung DOLLN's gegen das Umlegen), welche DOLLEN bestimmten den Zeitstein völlig in einer Kreislage zu beobachten. In der That fällt die Mehrarbeit bei der Berechnung der Ladenductionen fast nicht ins Gewicht, wenn man Tafeln für dieselben hat.

2) Für Polsterne hat man zu unterscheiden, ob man in der Nähe des Meridindurchganges oder in der Nähe der größten Digression beobachtet, was wieder von der Rectascension des Steines abhängt. Für Zeitsterne, deren Rectascension zwischen  $21^\circ$  und  $8^\circ$  und zwischen  $9^\circ$  und  $17^\circ$  liegen, wird der Durchgang durch den Vertical des Pols noch mässig weit von der größten Digression desselben stattfinden, für Sterne hingegen, deren Rectascension zwischen  $5^\circ$  und  $9^\circ$  und zwischen  $17^\circ$  und  $21^\circ$  liegen, wird der Polstein zur Zeit des Steindurchganges sich in der Nähe der größten Digression befinden.

a) Im ersten Falle wird man den Polstein in einem oder zwei Seitenfäden beobachten können. Statt der Seitenfäden kann auch nach HARZER's Vorschlag der Durchgang durch einen beweglichen Mikrometersfaden beobachtet werden, wenn die Stellung desselben durch die Lesung  $L$  in der Trommel ermittelt wird. Mit der Ableseung  $L_0$  für die Coniciden des beweglichen Fadens mit dem Mittelfaden und dem Werth der Schraubenrevolution  $R$  ergibt sich der Abstand des Mikrometersfadens vom Mittelfaden gleich  $R(L - L_0)$ , das Zeichen braucht nicht angesetzt zu werden, wenn man bei der Reduction berücksichtigt, ob der Fadentritt vor oder nach dem Mittelfaden stattfindet.

Die zu verwendende Formel ist wieder (a). Da der Polstein nur in sehr geringen Entfernungen vom Mittelfaden beobachtet werden wird, so wird  $\cos\left(\frac{t}{2} - \epsilon\right)$  wieder durch  $\cos \frac{f}{2}$  ersetzt werden können, und es entsteht links  $\frac{1}{2} \sin f \sec \delta$ ,  $f$  beträgt nur wenige Bogensekunden, und selbst für die genaueste nebenstehende Rechnung kann  $\cos f = 1$  angenommen werden, so dass

$$\sin \delta = \frac{\sin f \sec \delta \sin g}{1 \mp \sin \delta \tan g \tan \frac{v}{2} - \sin \epsilon 1'' \frac{\cos g \cos\left(t + \frac{v}{2}\right)}{\cos g \cos \frac{v}{2}}} \quad (82)$$

$$N_M = N_2 \pm v$$

wird, wobei wieder die oberen Zeichen für vorangehende, die unteren für folgende Läden gelten.

Für den Polstein kann  $g$  jeden beliebigen Werth annehmen, für die grösste Digression ist es  $90^\circ$ , und die Formel wird unanwendbar. Beschränkt man den Fall a) auf die oben angegebenen Grenzen, zwischen den Rectascensionen der Steine von  $21^\circ$  und  $8^\circ$  und zwischen  $9^\circ$  und  $17^\circ$ , und nimmt, wie ja durch die richtige Einstellung des Instrumentes zu erzielen ist, den Polstein nahe dem Mittelfaden, so wird man die Formel (82) noch etwas vereinfachen können. Da nämlich  $v$  in Folge der Kleinheit von  $f$  ebenfalls noch klein ist, so kann man in dem Nenner von  $1$  auch  $\cos \frac{v}{2} = 1$ , und  $\cos t$  an Stelle von  $\cos\left(t + \frac{v}{2}\right)$  setzen, und der Nenner wird

$$1 \mp \sin \delta \tan g \tan \frac{v}{2} - \sin \epsilon 1'' \frac{\cos g \cos t}{\cos g \cos t},$$

so dass  $v$  nur im ersten Zusatzgliede enthalten ist. Setzt man hier



$$\tan g \frac{v}{2} = \frac{1}{2} \sin v + \frac{1}{8} \sin v^3,$$

so wird, wenn für einen Augenblick Kürze halber

$$\begin{aligned} \sin v &= s, & \sin \delta \tan g q &= a \\ \frac{\sin f \sec \delta \sec q}{1 - \frac{\cos q}{\cos \delta} \cos f} &= \beta \end{aligned}$$

gesetzt wird

$$s \left[ 1 \mp \left( \frac{s}{2} + \frac{s^3}{8} \right) a \right] = \beta$$

und daraus durch Umkehrung der Reihe

$$s = \beta \pm \frac{a}{2} \beta^2 + \frac{a^3}{2} \beta^3 \pm \frac{a \beta^4}{8},$$

oder mit Vernachlässigung der von  $\beta^3$  abhängigen Glieder

$$\sin v = \frac{\sin f \sec \delta \sec q}{1 - \frac{\cos q}{\cos \delta} \cos f} \pm \frac{\sin \delta \tan g q}{2} \sin f \sec^3 \delta \sec^3 q$$

Das von der Neigung abhängige Glied wird in den meisten Fällen wegen der Kleinheit von  $f$  vernachlässigt werden können. Setzt man

$$A = \frac{1}{15} \sec \delta \sec q$$

$$B = \pm \frac{1}{15} \tan g \delta \sec \delta \tan g q \sec^3 q \cos 1'',$$

so wird

$$v = Af + Bf^3 + \text{Red.},$$

wobei Red die Reduction vom Sinus auf den Bogen bedeutet, und da von den Coefficienten  $A, B$  bereits der 15 Theil genommen wurde,  $v$  in Zeitsecunden erhalten wird. Die Werthe von  $A, B$  können für eine gegebene Polhöhe und die verschiedenen Sterne (deren Rectascensionen den Stundenwinkel also auch  $q$  für den Polstern bestimmen) nebst der Aenderung derselben mit der Zeit, welche aus der Aenderung der Deklination des Polsternes und der Aenderung der Rectascensionen entspringt, tabulirt werden.

b) Die Beobachtung fällt in die Nähe der größten Digression des Polsternes. Reductionen auf den Mittelfaden werden hier unanwendbar. Die langsame Bewegung des Polsternes wird es hier erfordern, dass man den Polstern direkt am Mittelfaden einstellt und den Durchgang des Zeitsternes in dem eingestellten Azimuth beobachtet.

Untersuchungen über die Fehler, über die zweckmässige Wahl der Sterne  $u, s, w$  müssen hier unterbleiben, und kann auf die diesbezügliche, bereits mehrfach erwähnte Abhandlung von HARTZ verweisen werden. Es genügt hier, die Resultate anzuführen. Ein merkbarer Einfluss der fehlerhaften Stellung der Fäden, der Fadenplatte oder des Objectivs auf die Resultate ist nicht zu befürchten (pag 32), die Strahlenbrechung wird ebenso wie bei Meridiandurchgängen berücksichtigt, indem man unter Benutzung der wahren Sternörter die mit  $(1 + k)$  multiplicirten Fadenabstände als wahre betrachtet (ibid, pag 33) vergl. auch den Artikel »Meridiankreis« III Band I Hälfte, pag 10.

Die Beobachtungen werden so angeordnet, dass zuerst der Polstern beobachtet wird<sup>1)</sup>, sodann der Durchgang des Zeitsternes durch die Fäden des im

<sup>1)</sup> Es ist praktisch, den Polstern zuerst zu beobachten, da eine mässige Aenderung im Azimuth die noch beim Zeitstern nicht sichtbar macht, den Polstern in grössere Entfernung vom Mittelfaden bringt.

Azimuth unverändert gehaltenen Instrumentes, und schliesslich nochmals der Polstein, man kann hierbei, wenn die Bewegung des Steines nicht zu schnell ist (nördliche Steine), auch nach der Beobachtung des Sterns in einer Reihe von Fäden vor dem Mittelfaden umlegen und weiter den Stein in denselben Fäden in der andern Kreislage beobachten oder aber, was in manchen Fällen noch vorzuziehen sein wird, den Zeitstern in sämtlichen Fäden in derselben Kreislage beobachten, wenn keine weiteren Beobachtungen anschliessen, so erfolgt die Bestimmung des Collimationsfehlers durch anderweitige Beobachtungen.

Hat man während der Beobachtung des Zeitsteins umgelegt und nimmt man für den Zeitstein das Mittel der Uhrzeiten für jeden einzelnen Faden aus den beiden Kreislagen, so wird man zweckmässig für den Polstein die Durchgänge in der zweiten Kreislage ebenfalls bei denselben Tismmelablesungen der Mikrometerschraube vornehmen, und dann fällt im Mittel auch der Collimationsfehler weg, da man hierbei gleichsam auf einen idealen Mittelfaden, für welchen  $c = 0$  ist, redurt.

Beobachtet man mehrere Zeitsterne, so kann jeder in dem ihm zugehörigen Azimuth des Polsteines beobachtet werden und dann wird zwischen zwei Steinen auch umgelegt (s. unten).

In allen Fällen bedarf man einer guten Vorausberechnung, um das Azimuth und die Zeit der Beobachtung zu kennen. Für diesen Zweck wird es am besten sein, eine Ephemeride des Polsternes (Azimuthe und Zenithdistanzen mit dem Argumente Sternzeit) für die gegebene Polhöhe zu Grunde zu legen, aus welcher man für eine beliebige Sternzeit  $\theta$  die Azimuth  $A_p$  und die Zenithdistanz  $Z_p$  des Polsterns entnehmen kann<sup>1)</sup>. Für einen Stein  $S$ , dessen Rectascension  $\alpha$  ist, ist die Änderung des Azimuthes gegeben durch

$$\frac{dA}{dt} = \frac{\cos \delta \cos \alpha}{\sin \varphi},$$

wofür man in der Nähe des Meridians ausreichend genau setzen kann

$$\frac{dA}{dt} = \frac{\cos \alpha}{\sin (\varphi - \delta)}$$

Diesen Werth kann man mit dem Argumente  $\delta$  für eine gegebene Polhöhe tabuliren, da aber  $A$  im Bogenmaasse  $t$  im Zeitmaasse gegeben ist, so wird

$$\left(\frac{dA}{dt}\right) = 15 \frac{\cos \delta}{\sin (\varphi - \delta)}$$

die Änderung des Azimuthes (in Bogenminuten) in einer Zeitminute. Noch besser wird es, den Werth von

$$H = 1 \left(\frac{dA}{dt}\right)' = \frac{15 \sin (\varphi - \delta)}{\cos \delta} \quad (a)$$

zu tabuliren. Entspricht der Sternzeit  $\sigma$  (Durchgang des Sternes durch den Meridian) die Azimuth  $A_p$  des Polsteines, positiv westlich, negativ östlich vom Meridian, so wird die Zeit  $\tau$ , welche der Stein braucht, um in dieses Azimuth zu kommen, durch die Gleichung bestimmt

$$\alpha = A_p \left(\frac{dA}{dt}\right)'$$

oder

$$\alpha = H A_p \quad (b)$$

<sup>1)</sup> Diese Tafel wird zwar nicht immer gültig sein, aber immerhin durch etwa 10 Jahre, d. i.  $\delta$  der Epoche vorangehende und  $\delta$  folgende beibehalten werden können.

und es ist  $\tau$  gleichbezeichnet mit  $A_p$ , daher die Sternzeit des Durchganges des Sternes durch den Vertical des Pols

$$\theta_p = \sigma - \alpha \quad (c)$$

( $\theta_p < \alpha$  wenn  $\tau$  positiv nämlich der Polaris westlich, daher der Stern östlich vom Meridian ist,  $\theta_p > \alpha$ , wenn  $\tau$  negativ ist für Zeitsterne nördlich vom Zenith, die aber in der Praxis nicht gewählt werden, gilt wegen des negativen Zeichens von  $\tau$  dieselbe Bezeichnung  $\theta_p = \alpha - \tau$ )

Die Werthe der  $\tau$  lassen sich leicht in eine Tafel bringen. Ich habe eine solche Tafel für  $\varphi = 85^\circ$  bis  $65^\circ$  und für Zenithdistanzen von Sternen zwischen  $20^\circ$  bis  $60^\circ$  berechnet, und theile sie hier mit

$\varphi =$ $\delta =$	$35^\circ$	$36^\circ$	$37^\circ$	$38^\circ$	$39^\circ$	$40^\circ$	$41^\circ$	$42^\circ$	$43^\circ$	$44^\circ$	$45^\circ$	$46^\circ$	$47^\circ$	$48^\circ$	$49^\circ$	$50^\circ$
$\tau = 0.0$																
-35	817	818	819	825	831	837	843	848	853	858	863	868	873	878	883	888
-30	551	558	565	572	579	585	591	597	603	608	613	618	623	628	633	638
-25	529	536	543	550	556	562	568	573	579	584	589	594	599	604	609	614
-20	170	187	195	203	211	219	226	233	240	247	254	261	268	275	282	289
-15	180	198	206	214	222	230	238	246	254	262	270	278	286	294	302	310
-10	180	198	206	214	222	230	238	246	254	262	270	278	286	294	302	310
-5	180	198	206	214	222	230	238	246	254	262	270	278	286	294	302	310
0	882	882	882	882	882	882	882	882	882	882	882	882	882	882	882	882
+5	385	385	385	385	385	385	385	385	385	385	385	385	385	385	385	385
+10	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286
+15	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286
+20	181	195	207	219	231	243	255	267	279	291	303	315	327	339	351	363
+25						190	208	215	227	239	251	263	275	287	299	311
+30											190	212	225	238	251	263

$\varphi =$ $\delta =$	$50^\circ$	$51^\circ$	$52^\circ$	$53^\circ$	$54^\circ$	$55^\circ$	$56^\circ$	$57^\circ$	$58^\circ$	$59^\circ$	$60^\circ$	$61^\circ$	$62^\circ$	$63^\circ$	$64^\circ$	$65^\circ$
$\tau = 0.0$																
-10	586	589	593	598	603	608	613	618	623	628	633	638	643	648	653	658
-5	518	525	531	537	543	549	555	561	567	573	579	585	591	597	603	609
0	511	519	526	532	539	546	553	559	566	573	579	586	593	600	607	614
+5	478	481	489	497	505	513	520	527	535	543	551	559	567	575	583	591
+10	185	191	198	205	212	219	226	233	240	247	254	261	268	275	282	289
+15	890	106	116	125	134	143	152	161	170	179	188	197	206	215	224	233
+20	855	865	876	886	897	907	917	927	937	947	957	967	977	987	997	1007
+25	811	829	841	855	867	880	893	906	919	932	945	958	971	984	997	1010
+30	263	276	288	301	313	325	337	349	361	373	385	397	409	421	433	445
+35	211	221	233	245	257	269	281	293	305	317	329	341	353	365	377	389
+40						225	240	255	269	283	298	312	326	340	354	368
+45											245	260	275	290	305	320

Diese Tafeln werden immer ausreichen. Eine grössere Genauigkeit würde erfordern, auch die Aenderung des Azimuthes des Pols zu berücksichtigen. Sei dieselbe für den betrachteten Zeitpunkt, d. h. für einen Zeitstern, dessen Rectascension  $\alpha$  ist, gleich  $15 \left( \frac{d\alpha}{dt} \right)_t$ , so wird das Azimuth des Pols zur Zeit  $\alpha - \tau$  gleich

$$A_p - 15 \left( \frac{d\alpha}{dt} \right)_t \tau$$

und demnach müsste

$$A_p - 15 \left( \frac{dA}{dt} \right)_p = 15 \left( \frac{dA}{dt} \right)_*,$$

folglich

$$\tau = \frac{1}{15} \frac{A_p}{\left( \frac{dA}{dt} \right)_* + \left( \frac{dA}{dt} \right)_p}$$

sein. Endlich muss, da man Zeit und Polstern nicht gleichzeitig beobachten kann, die Beobachtung des Polarsterns um  $\Delta$  früher begonnen werden, so dass man die Zeit des Beginnes der Beobachtungen  $\alpha - \tau - \Delta$  nehmen muss. Die Zenithdistanz des Polaris folgt aus der Ephemeride, für diejenige des Zeitsterns kann seine Meridianzenithdistanz

$$L_p = \varphi - \delta \quad (d)$$

genommen werden. Der parallaktische Winkel des Zeitsterns folgt aus

$$\sin q = \frac{\cos \varphi}{\cos \delta} \sin A_p = \frac{\cos \varphi \sin t}{\sin s} \quad (e)$$

Da man nur  $\cos q$  braucht, so wird die geringe Aenderung, welche aus der Einstellungänderung  $\left( \frac{dA}{dt} \right)_*$  folgt, belanglos, dann können die Fadenreductionen für jeden Stern nach

$$v = f \sec \delta \sec q \quad (f)$$

berechnet werden oder man rechnet eine Deklination  $\delta_0$  nach

$$\cos \delta_0 = \cos \delta \cos q \quad (g)$$

und entnimmt die Fadenreductionen einer allgemeinen Tafel der Fadenreductionen mit der Deklination  $\delta_0$  [wegen  $v = f \sec \delta_0$ ].

Die Werthe  $\theta_*$ ,  $Z_*$ ,  $A_p$ ,  $L_p$ ,  $\delta_0$  können für diejenigen Sterne, welche man für diese Beobachtungen wählt, für einen gegebenen Beobachtungsort tabulirt werden. Die Berechnung der Beobachtungen erfolgt nach

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{1}{2} [(u' - u) - (\alpha - \alpha')] \\ m \cos \Delta l &= \sin (\delta - \delta') \cos \tau \\ m \sin \Delta l &= \sin (\delta + \delta') \sin \tau \\ m \sin (\Delta l + \theta_0) &= \tan \varphi \cos \delta \cos \delta' \sin 2\tau \\ \theta &= \theta_0 + \frac{\sin (s + s') + c (\sin s + \sin s')}{m \cos \varphi \cos (\Delta l + \theta_0)} \\ t &= \theta - \tau, \quad \tau = t + \alpha - u \end{aligned} \quad (A)$$

oder

$$\alpha = (\theta_0 - \tau) + (\alpha - u) + \frac{\sin (s + s') + c (\sin s + \sin s')}{m \cos \varphi \cos (\Delta l + \theta_0)}$$

Da  $\Delta l + \theta_0$  nahe  $180^\circ$  und  $m$  nahe  $\cos \delta$  ist, so kann man für den Aequator nahe Sterne die Correction wegen Neigung auch einfach schreiben

$$\frac{\sin (s + s')}{\cos \varphi}$$

Die Formeln (A) lassen sich noch in eine andere Form bringen, die mit unter vorgezogen werden kann. Man erhält nämlich durch Einführung der Poldistanz  $\rho = 90^\circ - \delta'$  des Polaris

$$\begin{aligned} m \sin \Delta l &= \sin \tau \cos (\delta - \rho) \\ m \cos \Delta l &= -\cos \tau \cos (\delta + \rho) \end{aligned}$$

Multipliziert man diese Gleichungen mit  $\cos \tau$  und  $\sin \tau$  und addirt, so folgt

$$m \sin (\Delta l + \tau) = \sin \delta \sin \rho \sin 2\tau,$$

während die Gleichung für  $\theta_0$  in

$$m \sin (M + \theta_0) = \tan \varphi \cos \delta \sin \rho \sin 2\tau$$

übergeht. Daraus folgt

$$m [\sin (M + \theta_0) - \sin (M + \tau)] = 2m \cos \left( M + \tau + \frac{\theta_0 - \tau}{2} \right) \sin \frac{\theta_0 - \tau}{2} \\ = \sin \rho \sin 2\tau \frac{\sin (\varphi - \delta)}{\cos \varphi}$$

Man sieht übrigens, dass  $M$  sehr nahe  $180^\circ - \tau$  ist, setzt man daher

$$M = 180^\circ - \tau = \pi,$$

so folgt durch einfache Umformung (Multiplication der beiden Gleichungen mit  $\sin M$  und  $m \cos M$  mit  $\cos \tau$  und  $\sin \tau$ , bzw. mit  $-\sin \tau$  und  $\cos \tau$  und Addition) (A')

$$m \sin \pi = \sin \delta \sin \rho \sin 2\tau \\ m \cos \pi = \cos (\delta + \rho) \cos^2 \tau + \cos (\delta - \rho) \sin^2 \tau$$

und dann

$$\sin \frac{\tau - \theta_0}{2} \cos \left( \pi + \frac{\tau - \theta_0}{2} \right) = \frac{\sin \rho \sin 2\tau \sin (\varphi - \delta)}{2m \cos \varphi}$$

oder

$$-\sin \frac{\tau_0}{2} = \sin \frac{\tau - \theta_0}{2} = \frac{\sin \pi \sin (\varphi - \delta)}{2 \sin \delta \cos \varphi \cos \left( \pi + \frac{\tau - \theta_0}{2} \right)} \quad (A'')$$

Meist wird auch  $\tau$  und  $\frac{\tau - \theta_0}{2}$  so klein sein, dass man  $m \cos \left( \pi + \frac{\tau - \theta_0}{2} \right)$  durch  $m \cos \tau$  ersetzen kann, und es wird einfach

$$\sin \frac{\tau_0}{2} = - \frac{\sin \rho \sin 2\tau \sin (\varphi - \delta)}{2 \cos \varphi [\cos \delta \cos \rho - \sin \delta \sin \rho \cos 2\tau]}$$

Bei passender Anordnung der Beobachtungen kann man auf Stationen diese Methode gleichzeitig zu Zeitbestimmungen, Polhöhenbestimmungen und Azimuthbestimmungen verwenden. Liest man nämlich bei jeder Einstellung des Fernrohrs auch den Horizontal und Verticalkreis, so erhält man aus der Lesung des Verticalkreises die Polhöhe (Circummeridianzenithdistanzen) und aus den Lesungen des Horizontalkreises verbunden mit der genauen Rechnung des Azimuthes des Polsterns (nachdem die Zeit aus den Durchgängen ermittelt ist) den Meridianpunkt des Kreises, wodurch die Einstellung auf ein irisches Object sofort dessen Azimuth giebt. Das Schema für die Anordnung der Beobachtungen wird damit das folgende

a) Polaris zwischen den Horizontalfäden, Uhrzeit und Lesung am Verticalkreise

Polaris, Uhrzeit des Durchganges an 2 Seitenfäden (2 Einstellungen des Mikrometerfadens), Lesung am Horizontalkreise

Erster Zeitstern im unveränderten Azimuth, Durchgang durch alle 4 Fäden, Einstellung am Mittelfaden zwischen den Horizontalfäden und Lesung am Verticalkreise

b) Dasselbe für einen zweiten Zeitstern

Umlagen

c) Polaris und 2 andere Zeitsterne, wobei die Einstellung des Mikrometerfadens für die Polarisbeobachtungen dieselben sind wie oben, nur in umgekehrter Reihenfolge

Ein solcher Satz giebt daher nebst der Zeitbestimmung 4 Zenithdistanzen des Polaris, 4 Zenithdistanzen von Südsterne (für die Breitenbestimmung ist es dabei gut, wenn die Zeitsterne nahe dieselbe Zenithdistanz haben wie der Polsterne) und 4 Azimuthlesungen

Beispiel Für die Polhöhe von Wien  $48^{\circ} 12' 8$  folgt aus der Tafel der  $\mathcal{H}$  die folgende Spectaltafel

$\delta$	$\mathcal{H}$	$\delta$	$\mathcal{H}$	$\delta$	$\mathcal{H}$	$\delta$	$\mathcal{H}$
- 10°	00575	0°	00496	+ 10°	00119	+ 20°	0 0335
9	567	+ 1	188	11	111	21	328
8	559	2	181	12	108	22	317
7	551	3	173	13	995	23	308
6	543	4	168	14	386	24	298
- 5	00535	+ 5	00158	+ 15	00878	+ 25	0 0289
1	537	6	150	16	869	26	279
8	519	7	118	17	861	27	270
2	511	8	135	18	852	28	260
- 1	501	9	127	19	811	29	250
0	00496	+ 10	00119	- 20	00885	- 30	0 0210

Für die Berechnung der Ephemeride des Polaris kann man die Formeln benutzen

$$I = + I \sin t + II \sin 2t, \quad z = 90^{\circ} - \varphi + I' \cos t + II' \sin^2 t,$$

wobei, wenn  $p$  die Poldistanz der Polaris ist

$$I = -p \sec \varphi, \quad II = -\frac{1}{2} p^2 \sec^2 \varphi \tan \varphi, \quad I' = -p, \quad II' = +\frac{1}{2} p^2 \sec^2 \varphi \tan \varphi$$

Für  $\alpha = 1^{\text{h}} 23^{\text{m}} 0$ ,  $\delta = +88^{\circ} 47' 7$  wird der im Folgenden benötigte Theil der Ephemeride

$\theta$	$A_p$	$L_p$	$q$
10 <sup>h</sup> 23 <sup>m</sup> 0	- 1° 16'	12 10'	11° 8'
10 23 0	- 1 13	12 42	41 86
10 18 0	- 1 10	42 11	89 8
10 53 0	- 1 6	12 18	80 11
11 30	- 1 2	12 18	81 11
11 18 0	- 0 58	12 50	81 17
11 28 0	- 0 51	42 51	29 20
11 38 0	- 0 50	12 53	26 53

Für die 1 Zeitsteine  $p$ ,  $I$ ,  $I'$  und  $\sigma$  Leonis erhält man hieraus<sup>1)</sup> die folgende Tabelle

Stern	$G_1$	$\theta_0$	$L_0$	$A_p$	$I_p$	$q_0$	$\sec \delta_0$	$\delta_0$
$\rho$ Leonis	40	10 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup> 5	+ 38° 23' 8	1° 16'	- 13° 10'	0° 51' 1	0 00816	9° 52'
$\lambda$ Leonis	50	10 11 0	1 37 8 7	- 1 10	- 12 41	0 17 5	0 00819	11 6
$\lambda$ Leonis	48	10 57 0	- 40 20 6	- 1 5	- 12 46	0 42 7	0 00115	7 55
$\sigma$ Leonis	11	11 13 1	- 41 38 5	- 0 58	- 12 50	0 38 9	0 00289	6 86

1901 April 3 beobachtete ich diese Sterne in einem 12 zölligen gebrochenen Universalinstrument von STARK und KAMMERER auf der Sternwarte des k. u. k. militär geographischen Institutes in Wien mit Auge und Ohr

<sup>1)</sup> Es ist  $\rho$  Leonis  $\alpha = 10^{\text{h}} 27^{\text{m}} 6$ ,  $\delta = +9^{\circ} 19'$  mit diesem Werthe von  $\delta$  erhält man aus der Tafel der  $\mathcal{H}$   $\mathcal{H} = 00121$ , da der Azimuth des Polaris für 10<sup>h</sup> 28<sup>m</sup> Sternzeit  $-1^{\circ} 14' = -71$  ist, so wird  $\mathcal{H} A = -00121 \times 71 = -8^{\text{m}} 1$  um welchen Betrag der Stern früher in den Vertical des Polaris als in den Meridian kommt Für  $\rho$  Leonis wird weiter

$$\log \sin A_p = 8 81150$$

$$\log \sec \varphi = 0 00611$$

$$\log \cos \varphi = 9 83574$$

$$\log \sin q_0 = 8 17175$$

$$q_0 = 0^{\circ} 51' 1$$

$$\log \sec \delta_0 = \log \sin \delta \sec q = 0 00646$$

	Ocular Ost				Ocular West			
	Schrau benlesung	Uhrzeit	Schrau benlesung	Uhrzeit	Schrau benlesung	Uhrzeit	Schrau benlesung	Uhrzeit
Polaris	A		A		R		A	
	11 527	10 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup> 55 <sup>s</sup>	9 588	10 <sup>h</sup> 29 <sup>m</sup> 8 <sup>s</sup>	9 209	11 <sup>h</sup> 1 <sup>m</sup> 14 <sup>s</sup>	10 810	11 <sup>h</sup> 17 <sup>m</sup> 22 <sup>s</sup>
	11 118	26 26	9 180	29 18	9 186	2 18	10 018	17 53
	11 850	28 41	9 855	29 57	9 500	2 11	11 089	18 20
Libelle	$\omega$	$\phi$	$\omega$	$\phi$	$\omega$	$\phi$	$\omega$	$\phi$
	27 0	27 1	26 7	27 1	27 0	27 3	25 8	29 1
	21 1	29 7	23 5	20 7	21 5	29 9	23 0	31 6
Stern	$\rho$ Leonis		$\gamma$ Leonis		$\gamma$ Leonis		$\sigma$ Leonis	
1 Faden	10 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup> 17 <sup>s</sup> 1		10 <sup>h</sup> 51 <sup>m</sup> 54 <sup>s</sup> 3		11 <sup>h</sup> 6 <sup>m</sup> 9 <sup>s</sup> 0		11 <sup>h</sup> 22 <sup>m</sup> 28 <sup>s</sup> 7	
2	35 50		51 11 8		6 21 1		22 35 5	
3	34 52 1		51 20 0		6 34 0		22 18 0	
4	34 36 3		51 13 2		6 19 7		28 39	
5	31 23 1		51 01		7 2 8		28 16 8	
6	34 10 0		50 18 7		7 16 1		23 30 0	
7	33 51 2		50 31 0		7 31 5		23 15 1	
8	33 11 9		50 18 8		7 11 1		23 58 0	
9	33 29 0		50 5 8		7 56 6		21 10 7	
Lesung am Horizontal kreise	278° 8' 58" 2		278° 10' 48" 1		278° 20' 21" 1		278° 21' 20" 1	

Coincidenz des beweglichen Fadens mit dem Mittelfaden 10 2251

Da das Instrument bis dahin zu Messungen nach der HORRIBOW TALCOIR'schen Methode verwendet worden war, musste ich das Fadennetz um 90° drehen, weshalb die Fadendistanzen neu bestimmt werden mussten. Der Herr k u k Hauptmann C GAKSCH, der die Freundlichkeit hatte, mir bei diesen Beobachtungen Assistent zu leisten, durchmass am 2 und 3 April V M das Fadennetz mit der Schraube, diese, sowie meine Beobachtungen von  $\gamma$  Cephei (U C) 4 II Draconis (O C) ergaben mir den Werth einer Schraubenrevolution gleich 8<sup>h</sup> 6428 (gegenüber dem früheren 8<sup>h</sup> 649, vergl v STERNCK »die Polhöhe und ihre Schwankungen«) und für die Fadendistanzen in der Reihenfolge Ocular West, Obere Culmination

58<sup>h</sup> 149 40<sup>h</sup> 909, 28<sup>h</sup> 487, 18<sup>h</sup> 080, —, 18<sup>h</sup> 172, 28<sup>h</sup> 351, 40<sup>h</sup> 789, 58<sup>h</sup> 128

Als Beispiel für die Reduction der Polsterne auf den Mittelfaden hat man nun für die zweite Beobachtung von  $\rho$  Leonis

$$\begin{aligned}
 \theta &= 10^{\text{h}} 16^{\text{m}} 5, \quad \phi = 45^{\circ} 40' \\
 \log \sec \phi &= 0.15588 & \log \frac{v}{2} \sin \delta \sin c 1'' &= 8.02668 \\
 \log \sec \delta &= 1.67253 & \log \text{Nenner} &= 9.99525 \\
 \log \alpha^2 &= 0.07660 & \log v &= 2.47089 \\
 \log \tan \phi &= 0.01011 & v &= 1^{\text{h}} 55^{\text{m}} 7 \\
 \log \text{Zähler} &= 2.46614
 \end{aligned}$$

Für den Polaris ist

$$\alpha = 1^{\text{h}} 22^{\text{m}} 27^{\text{s}} 11, \quad \delta = + 88^{\circ} 46' 55'' 5$$

Man erhält damit die folgende Berechnung (die auf den Mittelfaden reducirten Fadenantritte für die Zeitsterne sofort zum Mittel vereinigt)



	$\rho$ Leonis	$\iota$ Leonis	$\chi$ Leonis	$\sigma$ Leonis
Polaris Beob Zeiten	10 <sup>h</sup> 31 <sup>m</sup> 18 <sup>s</sup> 8	10 <sup>h</sup> 38 <sup>m</sup> 45 <sup>s</sup> 9	11 <sup>h</sup> 5 <sup>m</sup> 3 <sup>s</sup> 8	11 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup> 22 <sup>s</sup> 6
	31 21 7	38 49 2	5 7 7	15 25 8
	31 19 3	36 17 9	5 5 9	15 25 8
Polaris Mittel	10 31 30 0	10 38 47 0	11 5 5 8	11 15 21 7
Zutstern Mittel	10 31 23 18	10 31 0 01	11 7 2 32	11 23 16 80
Neigung, $\tau =$	-0 129	-0 188	-0 279	-0 295

Es soll nun für  $\rho$  Leonis nach den Formeln (A), für  $\iota$  Leonis nach (A') und (A'') weiter gerechnet werden

$$\begin{aligned}
 &\rho \text{ Leonis} \\
 &\delta = + 9^\circ 18' 40'' 7 \\
 &\delta - \delta' = - 78 \ 58 \ 14 8 \\
 &\delta + \delta' = + 08 \ 35 \ 36 2 \\
 &\alpha = 10^h 27^m 38 58 \\
 &\alpha - \alpha' = 0 \ 5 \ 11 17 \\
 &\mu' - \mu'' = - 8 \ 8 \ 18 \\
 &2\tau = 9 \ 2 \ 8 29 \\
 &\tau = 4 \ 31 \ 4 14 \\
 &\log \sin (\delta - \delta') = 9,991908 \\
 &\log \cos \tau = 9,977917 \\
 &\log \sin (\delta + \delta') = 9,996097 \\
 &\log \sin \tau = 9,966119 \\
 &\log (m \cos \Delta I) = 9,560820 \\
 &\log (m \sin \Delta I) = 9,961513 \\
 &\log \cos \delta = 9,993601 \\
 &\log \sin 2\tau = 9,815393 \\
 &\log [m \sin (\Delta I + \theta_0)] = 8,215266 \\
 &\log m = 9,991012 \\
 &\Delta I + \theta_0 = 11^h 50^m 11^s 45 \\
 &\Delta I = 7 \ 28 \ 20 54 \\
 &\theta_0 = 4 \ 27 \ 50 91 \\
 &\tau = 4 \ 31 \ 4 14 \\
 &t_0 = \theta_0 - \tau = - 3 \ 18 28 \\
 &\mu - \alpha = + 6 \ 44 60 \\
 &\tau_0 = t_0 - (\mu - \alpha) = - 9 \ 57 88
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &\gamma \text{ Leonis} \\
 &\delta = + 7^\circ 51' 58'' 9 \\
 &\delta' = + 1 \ 18 \ 15 \\
 &\varphi - \delta = 40 \ 20 \ 47 9 \\
 &\alpha = 10^h 59^m 57^s \\
 &\alpha - \alpha' = 9 \ 87 \ 30 \\
 &\mu' - \mu'' = - 1 \ 57 \\
 &2\tau = 9 \ 35 \ 38 \\
 &\log \cos \delta = 9,99589 \\
 &\log \cos \delta' = 9,99990 \\
 &\log \sin \delta = 9,18629 \\
 &\log \cos 2\tau = 9,90784 \\
 &\log \sin \tau = 8,92746 \\
 &\log \sin 2\tau = 9,77089 \\
 &\log \sin (\varphi - \delta) = 9,81118 \\
 &\log (\sin \delta \sin \delta' \cos 2\tau) = 7,87109 \\
 &\log (\cos \delta \cos \delta') = 9,99579 \\
 &\text{Add } \log = 0,00102 \\
 &\log \text{ Nenner} = 9,99681 \\
 &\log (2 \cos \varphi) = 0,12474 \\
 &\log [\sin \delta \sin \delta' \cos 2\tau \sin (\varphi - \delta)] = 7,90908 \\
 &\log \sin \frac{t_0}{2} = 7,78748 \\
 &t_0 = - 2^m 48^s 80 \\
 &\mu - \alpha = + 7 \ 55 2 \\
 &\tau = - 9 \ 54 12
 \end{aligned}$$

Man erhält nun in dieser Art für die 4 Sterne

		$\tau$	Correct wegen Libelle	Lindgleichungen
Oc O	$\rho$ Leonis	- 9 <sup>m</sup> 57 <sup>s</sup> 83	- 0 <sup>s</sup> 19	$\tau + 1 \ 974 \epsilon = - 9^m 58^s 02$
	$\iota$ Leonis	- 9 \ 58 09	- 0 28	$\tau + 1 \ 956 \epsilon = - 9 \ 58 \ 87$
Oc W	$\chi$ Leonis	- 9 \ 54 12	- 0 41	$\tau - 2 \ 005 \epsilon = - 9 \ 54 \ 53$
	$\sigma$ Leonis	- 9 \ 54 14	- 0 44	$\tau - 2 \ 027 \epsilon = - 9 \ 54 \ 58$

Aus den beiden Gleichungen (Mittel für Ocular Ost und Ocular West)

!) Die Formeln (A'') pag 170 zeigen dass bei Anwendung der Formeln A', A'', der Werth von  $\tau$  nur geringfügig bekannt zu sein braucht. Die Zwischenzeiten  $\mu' - \mu''$  werden namentlich bei rascherer Aufeinanderfolge der Sterne immer klein bleiben. Ist und selbst 8<sup>m</sup> sind bereits beträchtliche Werthe.

$$\alpha + 1\ 965\ \epsilon = -\ 8^m\ 56^s\ 195$$

$$\alpha - 2\ 016\ \epsilon = -\ 9\ 54\ 555$$

erhält man

$\epsilon = -\ 0^s\ 9143$  (Die direkte Bestimmung durch Collimation ergab  $-0^s\ 908$ )

$$\tau = -\ 8^m\ 56^s\ 40$$

Nach der Formel  $\sin A = \sin t \cos \delta \operatorname{cosec} \varphi$  erhält man

aus den Stundenwinkeln	die Azimuthe	Correction <sup>1)</sup> der Lösungen		Meridianlänge
		$\cos \delta$	$\operatorname{cosec} \varphi$	
$-8^m\ 14^s\ 28$	$1^{\circ}\ 16'\ 37''\ 8$	$-2' 1$	$+22'' 1$	$274^{\circ}\ 25'\ 11''\ 8$
$-8\ 1\ 01$	$1\ 14\ 15\ 6$	$-8\ 7$	$+22\ 7$	$25\ 10\ 0$
$-2\ 48\ 59$	$1\ 4\ 29\ 8$	$-4\ 0$	$-21\ 2$	$25\ 18\ 5$
$-2\ 11\ 91$	$1\ 0\ 80\ 6$	$-5\ 0$	$-20\ 6$	$25\ 18\ 6$

Zenithdistanzen wurden bei diesem Sitze nicht gemessen, da das Instrument nicht durchgeschlagen sondern umgelegt wurde

Unter den verschiedenen Combinationen, welche die Bestimmung der Zeit, Polhöhe und der Azimuthe aus den Beobachtungen von Zenithdistanzen und Azimuthen zweier oder mehrerer Sterne gestatten, und welche ein mehr mathematisches Interesse beanspruchen, sind es vorzugsweise noch zwei, welche auch in der Praxis häufig angewendet werden, die die Bestimmung der Zeit aus dem beobachteten Azimuthe und die Bestimmung der Zeit und Höhe aus zwei beobachteten Zenithdistanzen zweier Sterne

G Bestimmung der Zeit aus dem beobachteten Azimuthe Aus den beiden Gleichungen

$$\sin \varphi \sin A = \cos \delta \sin t$$

$$\sin \varphi \cos A = -\cos \varphi \sin \delta + \sin \varphi \cos \delta \cos t$$

folgt die Formel

$$\tan g A = \frac{\cos \delta \sin t}{-\cos \varphi \sin \delta + \sin \varphi \cos \delta \cos t}$$

und daraus

$$\sin \varphi \cos t - \cotan g A \sin t = \cos \varphi \tan g \delta$$

Setzt man hier

$$\sin \varphi = m \sin M,$$

$$\cotan g A = m \cos M$$

so wird

$$m \sin (M - t) = \cos \varphi \tan g \delta,$$

aus welcher Gleichung sich  $t$  bestimmt, sobald  $A$  bekannt ist. Der Werth von  $t$  giebt dann den Uhrstand

$$\alpha = \alpha + t - \pi$$

Die Bestimmung des Azimuthes kann durch Einstellung an einem Universalinstrumente erfolgen, wenn man zur Bestimmung des Meridianpunktes die Azimuthe eines terrestrischen Objectes kennt. Wäre dies nicht der Fall, so kann man das Azimuthe auch durch Vergleichung der Lesung mit dem Azimuthe eines zweiten Sternes, eines Polsternes ermitteln. Bei letzterem wird man in erster Rechnung für die Bestimmung des Stundenwinkels einen genäherten Uhrstand annehmen können, weicht das Resultat der Zeitbestimmung stärker ab, so muss natürlich die Rechnung wiederholt werden.

Die Beobachtung gestaltet sich so, dass man die Azimuthe eines Polsternes (am besten in der Nähe der grössten Digression, da hier der Fehler des Uhr

<sup>1)</sup> Die Correctionen sind mit dem angegebenen Zeichen an dem vom Süden gemessenen Azimuthe  $180^{\circ} - A$  zu addiren, daher von dem angeschriebenen Azimuthe zu subtrahiren.

standes den geringsten Einfluss hat) und eines Zeitsteines hintereinander am Universalinstrumente einstellt, und den Horizontalkreis jedesmal abliest. Dabei wird man zweckmässig eine Reihe von Einstellungen ( $\gamma$  B 6) des Zeitsteines machen, hierauf 2—8 Beobachtungen des Polsteines in derselben Kreislage, dann das Instrument durchschlagen, und in der zweiten Kreislage, erst eben so viele (2—8) Beobachtungen des Polsteines und schliesslich dieselbe Anzahl (6) Einstellungen des Zeitsteines in der zweiten Kreislage machen. Bei der Reduction der Beobachtungen, hat man auf die bei Azimuthbestimmungen wichtigen Correctionen (Neigung der Höhenaxe) entsprechend Rücksicht zu nehmen. Hat man in beiden Kreislagen des Instrumentes symmetrisch beobachtet, so wird der Collimationsfehler unschädlich gemacht.

Hierhin gehört auch die folgende Methode der Zeitbestimmung, welche manchmal, wo es sich nicht um die grösste Genauigkeit handelt, recht gute Näherungen für den Uhrstand giebt.

H Bestimmung der Zeit durch Beobachtung des Verschwindens eines Sternes hinter einem terrestrischen Objecte. Die Steinzeit eines Gestirnes, welche zu einem gegebenen Azimuth gehöret, ist unverändert dieselbe, so lange sich die Position des Gestirnes nicht ändert, kennt man daher die Sternzeit  $\theta_0$  des Verschwindens eines Gestirnes für ein gegebenes Gestirn hinter einem verticalen terrestrischen Object (Thurm, Mauer) für einen Tag, so kann damit nach OLBERS' Vorschlag der Uhrstand in einem beliebigen andern Orte gefunden werden wenn man die Uhrzeit  $u$  des Verschwindens des Gestirnes mit dieser Steinzeit vergleicht. Es muss

$$u + \tau = \theta_0 \text{ demnach } u = \theta_0 - \tau$$

sein. Streng genommen sind nun allerdings die Positionen der Gestirne nicht unveränderlich, einer Aenderung  $\Delta\alpha$  der Rectascension entspricht die gleiche Aenderung des Stundenwinkels, daher die Aenderung der Sternzeit des Verschwindens  $\frac{1}{15} \Delta\alpha$ , da weiteres

$$\frac{dt}{d\delta} = -\tan g \varphi \sec \delta$$

ist, so wird einer Aenderung  $\Delta\delta$  der Declination eine Aenderung des Stundenwinkels,  $d$  der Zeit des Verschwindens von

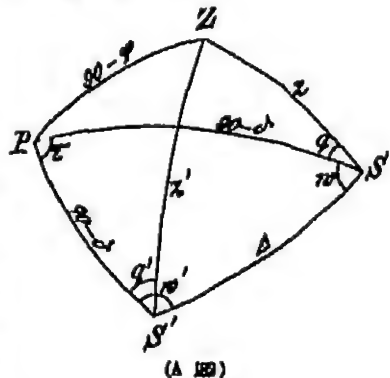
$$-\frac{1}{15} \Delta\delta \tan g \varphi \sec \delta$$

entsprechen. Demnach wird, wenn die Rectascension und Declination des Gestirnes  $\alpha + \Delta\alpha$ ,  $\delta + \Delta\delta$  sind, nunmehr

$$\theta = \theta_0 + \frac{1}{15} \Delta\alpha - \frac{1}{15} \Delta\delta \tan g \varphi \sec \delta$$

die Steinzeit des Verschwindens sein.

I Bestimmung der Zeit aus zwei beobachteten Höhen zweier Gestirne und der Zwischenzeit (ohne Kenntniss der Polhöhe). Seien die Coordinaten der beiden Gestirne  $\alpha, \delta, \alpha', \delta'$ , die gemessenen Zenithdistanzen  $z, z'$ , die Zwischenzeit  $\tau$ , so hat man im Dreiecke  $PSS'$  (Fig 482)  $PS = 90^\circ - \delta$ ,  $PS' = 90^\circ - \delta'$  und den Zwischenwinkel  $\angle PS' = \tau$  bekannt, zu suchen sind die gegenüberliegenden Stücke  $PS'S = \omega'$ ,  $PSS = \omega$ ,  $\angle SS' = \Delta$ . Die GAUSS'schen Gleichungen geben



$$\begin{aligned}
\sin \frac{1}{2} \Delta \sin \frac{1}{2} (w - w') &= \sin \frac{1}{2} (o' - \delta) \cos \frac{1}{2} \tau \\
\sin \frac{1}{2} \Delta \cos \frac{1}{2} (w' - w) &= \cos \frac{1}{2} (\delta' + \delta) \sin \frac{1}{2} \tau \\
\cos \frac{1}{2} \Delta \sin \frac{1}{2} (w' + w) &= \cos \frac{1}{2} (o' - \delta) \cos \frac{1}{2} \tau \\
\cos \frac{1}{2} \Delta \cos \frac{1}{2} (w' + w) &= \sin \frac{1}{2} (o' + \delta) \sin \frac{1}{2} \tau
\end{aligned}
\tag{m}$$

Nunmehr sind in dem Dreiecke  $\angle SS'$  die beiden Zenithdistanzen  $s$ ,  $s'$  und die dritte Seite  $\Delta$  bekannt, und man erhält damit die parallaktischen Winkel  $q$  und  $q'$ , indem die beiden Dreieckswinkel, welche der Seite  $\Delta$  anliegen  $w + q$  und  $w' - q'$  sind. Es ist, wenn

$$s = \frac{1}{2} (\Delta + s + s')$$

gesetzt wird

$$\begin{aligned}
\tan q \frac{1}{2} (q + w) &= \sqrt{\frac{\sin (s - \Delta) \sin (s - s')}{\sin s \sin (s - s')}} \\
\tan q \frac{1}{2} (q' - w') &= \sqrt{\frac{\sin (s - \Delta) \sin (s - s')}{\sin s \sin (s - s')}}
\end{aligned}
\tag{n}$$

Schliesslich giebt das Dreieck  $PZS$ , in welchem die Seiten  $PS = 90^\circ - \delta$ ,  $ZS = s$  und der eingeschlossene Winkel  $q$  bekannt sind, und das Dreieck  $PZS'$  in analoger Weise die übrigen Stücke nach den Formeln

$$\begin{aligned}
\cos (45^\circ - \frac{1}{2} q) \cos \frac{1}{2} (A - t) &= \cos \frac{1}{2} q \cos \frac{1}{2} (h - \delta) \\
\sin (45^\circ - \frac{1}{2} q) \cos \frac{1}{2} (A + t) &= \cos \frac{1}{2} q \sin \frac{1}{2} (h - \delta) \\
\sin (45^\circ - \frac{1}{2} q) \sin \frac{1}{2} (A + t) &= \sin \frac{1}{2} q \cos \frac{1}{2} (h + \delta) \\
\cos (45^\circ - \frac{1}{2} q) \sin \frac{1}{2} (A - t) &= \sin \frac{1}{2} q \sin \frac{1}{2} (h + \delta) \\
\cos (45^\circ - \frac{1}{2} q) \cos \frac{1}{2} (A' - t') &= \cos \frac{1}{2} q \cos \frac{1}{2} (h - \delta) \\
\sin (45^\circ - \frac{1}{2} q) \cos \frac{1}{2} (A' + t') &= \cos \frac{1}{2} q \sin \frac{1}{2} (h - \delta) \\
\sin (45^\circ - \frac{1}{2} q) \sin \frac{1}{2} (A' + t') &= \sin \frac{1}{2} q \cos \frac{1}{2} (h + \delta) \\
\cos (45^\circ - \frac{1}{2} q) \sin \frac{1}{2} (A' - t') &= \sin \frac{1}{2} q \sin \frac{1}{2} (h + \delta)
\end{aligned}
\tag{p}$$

wo an Stelle der Zenithdistanzen  $s$ ,  $s'$  die Höhen  $h$ ,  $h'$  eingeführt sind, um nicht die Werthe  $45^\circ \pm s$  benutzen zu müssen. Hat man beide Male denselben Stern beobachtet, so vereinfacht sich die Lösung insofern, als  $\delta = \delta'$ , demnach  $w = w'$  ist, womit an Stelle von (m) die Gleichungen treten

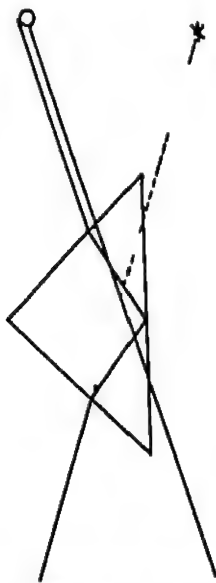
$$\begin{aligned}
\sin \frac{1}{2} \Delta &= \cos \delta \sin \frac{1}{2} \tau \\
\cos \frac{1}{2} \Delta \sin w &= \cos \frac{1}{2} \tau \\
\cos \frac{1}{2} \Delta \cos w &= \sin \delta \sin \frac{1}{2} \tau
\end{aligned}
\tag{m'}$$

während die weitere Auflösung unverändert bleibt

Eine wichtige Anwendung wird von dieser Aufgabe bei der Bestimmung von Zeit und Polhöhe zur See gemacht. Hierbei bedient man sich jedoch nicht dieser direkten Methode der Auflösung, sondern einer indirekten, welche in einer Näherungsrechnung besteht. Eine Sonnenhöhe wird in der Nähe des Meridians zur Polhöhenbestimmung, die zweite Sonnenhöhe ausserhalb des Meridians zur Zeitbestimmung genommen. Man geht dabei von einem genähereten Werth der Breite aus, welcher aus der Richtung und Geschwindigkeit des Schiffs (bestimmt durch Log und Compassstrich) bekannt ist. Mit diesem Werthe erhält man einen Uhrstand, der zur zweiten Bestimmung der Breite verwendet wird. In dieser Form würde eigentlich jede Höhe für sich benutzt die Meridianzenithdistanz zur Bestimmung der Polhöhe, die Zenithdistanz ausserhalb des Meridians zur Bestimmung der Zeit. Eine zweckmässige Combination der beiden Höhen, bei welcher jedoch auch auf den Umstand Rücksicht zu nehmen ist, dass das Schiff inzwischen seinen Ort geändert hat, wobei also eine Reduction der einen gemessenen Zenithdistanz auf den Ort vorzunehmen ist, in welchem die

andere gemessen wurde, rührt von DOWLS her, worüber in den Handbüchern der Schifffahrtkunde nachgesehen werden kann

Die beiden zuletzt erwähnten Methoden der Bestimmung der Zeit durch das Verschwinden von Steinen hinter terrestrischen Objecten und die DOWLS'sche Methode der Zeit und Polhöhenbestimmung gehören bereits in das Gebiet der Näherungsmethoden, von denen noch einige erwähnt werden sollen



*Vor dem Meridiandurchgang*

(A 183a)



*Meridiandurchgang*

(A 183b)

Dipleidoskop (Chionodeisk) und Prismspektroskop. Eine Vereinfachung der Durchgangsbeobachtungen ergibt sich zu nicht dadurch, dass man an Stelle der Durchgänge eines Steines durch die Fäden eines Mikrometers den Moment des Meridiandurchganges auf andere Weise erhalten kann. Hierzu hatte DANI nach der Angabe von BROOK im Jahre 1843 ein kleines Instrument construiert, welches ursprünglich aus drei unter gleichen Winkeln gegen einander geneigten Glasplatten bestand, von denen die vordere (s. die Fig 485) durchsichtig, die beiden hinteren amalgamiert waren. Zu den Beobachtungen konnte nur die Sonne verwendet werden, da andere Gestirne zu lichtschwach sind. An der vorderen Glasplatte entsteht durch einfache Reflexion ein Bild der Sonne, die beiden hinteren Spiegel geben ein anderes Bild durch zweimalige Reflexion, (vergl Fig 485). Die beiden Bilder bewegen



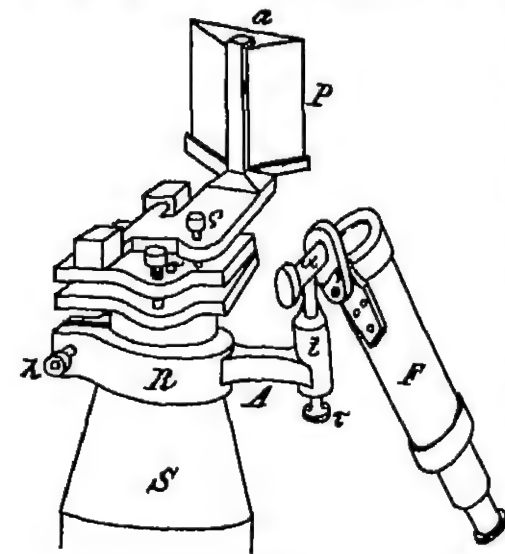
*Nach dem Meridiandurchgang*

(A 183c)

sich in entgegengesetzter Richtung und fallen zusammen, wenn die Sonne durch jene Verticalebene geht, in welcher die einfach reflectirende Glasplatte liegt. Ist diese in der Richtung des Meridians orientirt, so erhält man auf diese Art — auf etwa 1' genau — die Zeit des wahren Mittags.

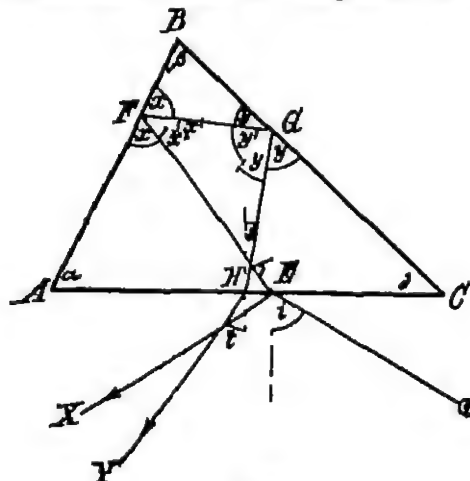
SENNERER ersetzte die drei Glasplatten durch ein Glasprisma und nannte das Instrument Präzisionsprisma. Dasselbe ist ein rechtwinklig gleichschenkeliges Prisma, dessen Hypothenusenfläche in die Richtung des Meridians gebracht wird (s. Fig. 48d), so dass das in der Hypothenusenfläche nach zweimaliger Brechung und einmaliger Reflexion entstandene Bild mit dem durch das gesehenen sich in umgekehrter Richtung bewegendem zur Coincidenz kommt.

(In Fig. 185 ist das durch das Prisma gesehene Bild durch  $\odot$  bezeichnet, seine Bewegung findet nach rechts statt, während das durch Reflexion entstandene, durch  $\odot'$  bezeichnete sich nach links bewegt.) Plossel stellte das Instrument in der durch Fig. 184 angegebenen Form her. Das Prisma  $P$  ruht mittels des Ringes  $R$  auf der Stütze  $S$  und kann durch die Klemme  $L$  nach entsprechender Drehung des Kumpels befestigt werden, dass die Fläche  $a$  des Prismas in den Meridian fällt. Durch die Schrauben  $p$  und  $q$  kann das Prisma in zwei zueinander senkrechten Ebenen justirt werden. Der Arm  $A$  trägt den Lidger  $F$  für das Fernrohr  $F$ , welches durch die Schraube  $r$  etwas gehoben oder gesenkt und durch das doppelte Charnier  $o$  in verschiedene Entfernungen so gebracht werden kann,



(A 491)

dass die Absehsenlinie stets durch das Prisma geht. Neuerer Zeit hat es viele Instrumente dieser Art hergestellt, die bei einem Preise von 180–200 Mk. eine Genauigkeit von 0,5 in der Zeitbestimmung zu erreichen gestatten sollen.



(A 48a)

Wie die folgende Ableitung zeigt, ist es durchaus nicht nöthig, dass das Prisma gleichschenkelig rechtwinklig oder gleichseitig sei.

Seien  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  (Fig. 185) die Winkel derjenigen Schnittfläche  $ABC$  des Prismas, in welcher die Reflexionen und Brechungen stattfinden;  $i$  der Einfallswinkel,  $r$  der Brechungswinkel, und  $\gamma$ ,  $\gamma'$ ,  $\gamma''$  die in den beiden reflectirenden Flächen (in der ursprünglichen DrNTschen Anordnung) bei der Reflexion entstehenden Winkel,  $\epsilon$

der letzte Incidenzwinkel an der Austrittsfläche und  $\epsilon$  der Austrittswinkel, dann hat man im Dreiecke  $AA'$

$$\begin{aligned} \gamma &= 180^\circ - \alpha - (90^\circ - \epsilon) \\ \gamma &= 90^\circ - \alpha + \epsilon \end{aligned} \quad (a)$$

Da

$$\gamma' = 90^\circ - \lambda = \alpha - \epsilon$$

ist, so folgt zunächst als erste Bedingung dass  $\alpha > \epsilon$  sein muss, da sonst die Reflexion auf die andere Seite erfolgen würde. Weiter ist aus dem Dreiecke  $AA'G$

$$\begin{aligned} \gamma - 180^\circ - \beta - \epsilon &= 180^\circ - \beta - 90^\circ + \alpha - \epsilon \\ \gamma &= 90^\circ - \beta + \alpha - \epsilon \end{aligned} \quad (b)$$

Da nun

$$\gamma' = 90^\circ - \gamma = \beta - \alpha + \epsilon = \epsilon - (\alpha - \beta) \quad (b')$$

ist, so folgt, dass für  $\beta > \alpha$ ,  $\beta - \alpha$  beliebig sein kann hingegen für  $\alpha > \beta$  die zweite Bedingung  $\alpha - \beta < \epsilon$  sein muss, da sonst wieder Reflexion auf die andere Seite stattfindet. Endlich folgt aus dem Dreiecke  $GGC$

$$\begin{aligned} \gamma + 90^\circ - \epsilon + (180^\circ - \alpha - \beta) &= 180^\circ \\ 90^\circ - \epsilon &= \alpha + \beta - \gamma = 2\beta + \epsilon - 90^\circ \\ \epsilon &= 180^\circ - 2\beta - \epsilon \end{aligned} \quad (c)$$

Sollen nun der einfach reflektierte Strahl  $LX$  und der durch zweimalige Brechung und zweimalige Reflexion austretende Strahl  $YY'$  parallel austreten, so muss der Austrittswinkel  $\epsilon$  gleich dem Einfallswinkel  $\epsilon$ , d. h. auch  $\epsilon = \epsilon$  sein, dieses findet statt, wenn

$$\begin{aligned} 180^\circ - 2\epsilon &= 2\beta \\ \epsilon &= 90^\circ - \beta \end{aligned} \quad (d)$$

ist. Diese Bedingung ist erfüllt

1) Für  $\beta = 15^\circ$ , wenn  $\epsilon = 15^\circ$  ist, für  $\epsilon = \epsilon$  wäre dann die Fläche  $BC$  parallel zum Meridian. Da dann  $\epsilon$  für den Meridiandurchgang, größer als  $15^\circ$  ist, so wird es in diesem Falle praktisch,  $\alpha > 90^\circ$  zu nehmen (erste Bedingung). Die Wahl  $\alpha = 90^\circ$  erweist sich jedoch wegen der zweiten Bedingung unpraktisch.

2) Für  $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$ , wäre  $\epsilon = 15^\circ$ , also wieder für  $\epsilon = \epsilon$  die Fläche  $BC$  parallel zum Meridian. Da dann auch für Prismen  $\alpha > \epsilon$  und  $\beta - \alpha = 0$  ist, so sind beide Bedingungen erfüllt.

3) Allgemein für ein gleichschenkeliges Dreieck, für welches  $\beta = \gamma$  ist, wird  $BC$  für  $\epsilon = \epsilon$  in die Richtung des Meridians fallen müssen da  $AA' \parallel 90^\circ - \epsilon = \beta = \gamma$ , also  $AA' \parallel BC$ , d. h.  $BC$  für den Moment der Coincidenz parallel der Richtung der Sonnenstrahlen wird.

Für ein Prisma, in welchem nun allerdings  $\epsilon$  von  $\epsilon$  verschieden ist, wird  $BC$  nicht genau in die Richtung des Meridians fallen, wird aber leicht durch eine gut gehende Uhr so gestellt werden können, dass die Coincidenz im Momente des wahren Mittags stattfindet. Der Vorzug der Anwendung dieser Prismen gegenüber der älteren Pörsch'schen liegt darin dass man das durch einfache Reflexion an der Vorderfläche bedeutend geschwächte Sonnenbild an Stelle des direkten beobachtet.

Eine andere Vereinfachung, welche wesentlich auf der Umgehung der Rechnung bei Zenithdistanzmessungen beruht, bringt der

FURTSCH'SCHE Sextant. Zunächst was die Berechnung der Refraction zu umgehen, dieses erreicht FURTSCH, indem er die Beobachtung an dem Sextanten gleich wegen Refraction corrigirt. Da der scheinbaren Zenithdistanz  $90^\circ$  die

1) Würde man planparallele Glasplatten, so wäre  $\epsilon = \epsilon$  und es wäre  $\epsilon = 90^\circ - \beta$



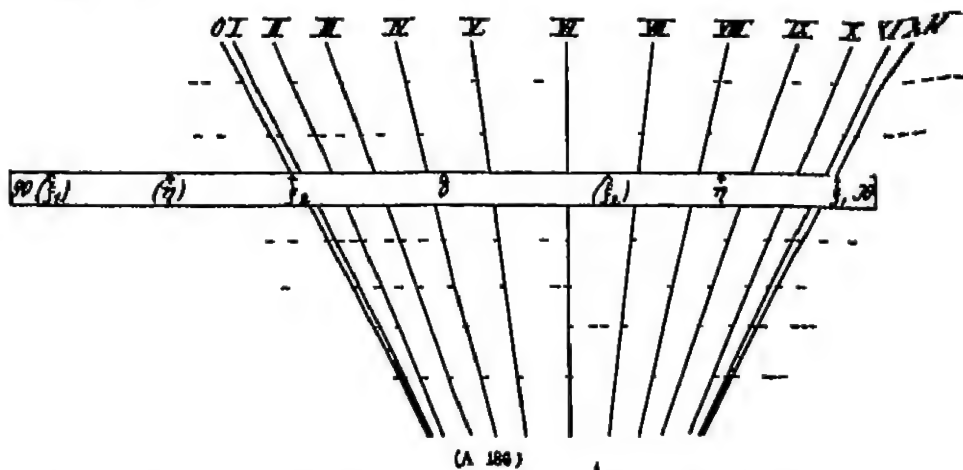
mittlere Refraction  $1'7$ , also die wahre Zenithdistanz  $59^{\circ}58'8$  entspricht, so würde die Theilung im Bessel'schen Sextanten bei dem Winkel von  $60^{\circ}$  die Bezeichnung  $59^{\circ}58'8$  tragen oder die im Bessel'schen Sextanten abgelesene Zahl von  $60^{\circ}$  entspricht einer scheinbaren Zenithdistanz (einem Winkel) von  $60^{\circ}1'7$ .

Um die Berechnung des Stundenwinkels aus den beobachteten Zenithdistanzen zu umgehen, dient sein »Astronomisches Netz«. Der Deklination  $\delta$  der Sonne entspricht in der Polhöhe  $\varphi$

$$\text{die Mittagshöhe } h_1 = 90^{\circ} - \varphi + \delta$$

$$\text{die Mitternachtshöhe } h_2 = 90^{\circ} - \varphi - \delta$$

Man sucht nun auf einer, beiderseits gleichmäßig bis  $90^{\circ}$  getheilten Schiene (vergl. Fig. 486) die Höhen  $h_1$  und  $h_2$  bei  $\xi_1$  und  $\xi_2$  auf, und bei  $\eta$  die ge-



(A 186)

messene Höhe  $h$ . Die Schiene wird dann auf ein Netz gelegt, welches 12 convergente Linien hat, die den Stunden  $0^h$ ,  $1^h$ , ...,  $12^h$  entsprechen (und dazwischen noch Unterabtheilungen) in der Art, dass die Punkte  $\xi_1$ ,  $\xi_2$  stets in derselben durch Querlinien<sup>1)</sup> angedeuteten Richtung auf die aus ersten Linien 0 und XII fallen. Der Nullpunkt der Theilung (Höhe 0 Grad) entspricht dann der Zeit des Aufganges, der Punkt  $\eta$  (entsprechend der gemessenen Höhe  $h$ ) giebt die zu dieser Höhe gehörige Zeit, und zwar Vormittag, wenn  $\xi_1$  auf XII fällt (wachsenden Höhen entsprechen wachsende Zeiten vor  $12^h$ ) und Nachmittag, wenn  $\xi_1$  auf Null fällt zu welchem Zwecke die Punkte in der durch  $(\xi_1)$ ,  $(\xi_2)$ ,  $(\eta)$  angegebenen Lage, also nach links hin aufgetragen werden.

Die aus der gemessenen Zenithdistanz auf diese Art ermittelte Zeit ist die wahre Sonnenzeit, welche mittels einer Zeitgleichungstafel in mittlere Zeit verwandelt wird. (Bei seiner diesbezüglichen Publication giebt Bessel für die Jahre 1852—1863 die mittlere Deklination der Sonne für jede sechste Stunde der einzelnen Tage und ebenso eine Zeitgleichungstabelle.)

Endlich muss in dieser Stelle der

Sonnenuhren gedacht werden, welche direkt aus dem Sonnenstande die Uhrzeit abzulesen gestatten. Instrumente dieser Art waren schon im Alterthume im Gebrauch, wenn sie auch ausserdem zu anderen Zwecken dienten. Hierher

<sup>1)</sup> Auf die Construction dieses Netzes kann hier nicht eingegangen werden.

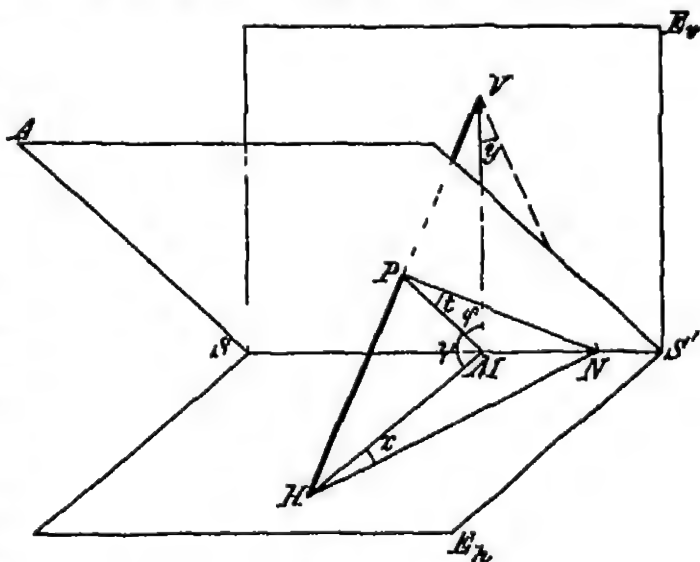
gehört das angeblich von dem Chaldäer Berosus um 600 v Chr aufundene Skaphium, ein halbkugelförmig ausgehohlter Stein ( $\sigma\kappa\alpha\phi\eta$  = Tiag, Becken Mulde), bei welchem in der Mitte der Halbkugel ein kleines Kitzelchen angebracht war dessen Schatten in das Innere der Hohlkugel geworfen wurde. Aus dem Stande dieses Schattens konnte die Zeit abgelesen werden, zu welchem Zwecke die Wände des Schattens für verschiedene Jahreszeiten verzeichnet, und die den verschiedenen Tageszeiten entsprechenden Punkte des Schattens auf diesen Wänden eingetragen waren. Dieses Instrument diente übrigens in grösserer Ausführung auch zur Messung von Zenithdistanzen der Sonne.

Den Uebergang zu den eigentlichen Sonnenuhren bildet der von Gemma Frisius 1548 beschriebene »Astronomische Ring« *Anulus astronomicus*, ein in der Ebene des Aequators angebrachter Kreis, auf welchem eine Theilung in Stunden und Untertheilen angebracht war. Eine einen Deklinationkreis vorstellende Ebene war senkrecht zu diesem Ringe um einen zur Weltaxe parallelen Stift drehbar. Dieses Brett, in die Richtung des Deklinationkreises der Sonne gebracht (in welchem Falle die Schatten nach keiner Seite geworfen wurden und daher verschwanden), zeigt sofort den Stundenwinkel der Sonne, daher die wahre Sonnenzeit an.

Dieses giebt bereits die Construction der Sonnenuhren. Jede Sonnenuhr besteht aus einem zur Weltaxe parallelen Stabe, dem Zeiger, dessen Schatten auf eine Fläche aufgeworfen, hier in einer entsprechenden Theilung die wahre Sonnenzeit abzulesen gestattet.

Die einfachste Form ist die Aequatorialsonnenuhr, bei welcher die Uhrfläche senkrecht zum Zeiger, also im Aequator liegt. Hier ist die Theilung gleichmäßig anzubringen, da ebenso wie beim astronomischen Ring der Schatten des Zeigers mit diesem selbst die Ebene eines Deklinationkreises der Sonne vorstellt, dabei in gleichen Zeiten auch um gleiche Stundenwinkel dreht. Die Theilung wird dabei von der Meridiansrichtung aus, welche zuvor zu ermitteln ist (die übrigens auch schon behufs Aufstellung des Stabes in der Richtung der Weltaxe bekannt sein muss), in gleichen Intervallen fortschreiten. Einer Stunde entspricht dabei ein Winkel von  $15^\circ$ .

Complicirter sind die Horizontal- und Verticalsonnenuhren, bei denen die Uhrfläche bezw. horizontal oder vertical liegt.



(A 487)





**Zodiacallicht oder Thierkreislicht** ist eine noch ke  
sicher erklärte Erscheinung welche sich als mitte, allmählich verlaufen  
pyramide in gewissen Jahreszeiten dem aufmerksamen Beobachter, wenn  
von stoisendem Licht den klaren Himmel beobachtet, zeigt In unserer  
ist das Zodiacallicht am besten in den Monaten Januar bis März nach  
untergang, in den Herbstmonaten vor Sonnenaufgang zu sehen, und  
blickt es als eine schräg, nahe in der Ebene der Ekliptik liegende I  
In den Tropen ist das Zodiacallicht während des ganzen Jahres ziemlic  
mässig sichtbar Zuerst wird es im 17 Jahrhundert von D. CASSINI erw  
es muss auffallen, dass es nicht im Alterthum beobachtet wurde Imme  
hieraus nicht auf eine Unsichtbarkeit in jener weit zurückliegenden  
schlossen werden Wie bei so manchen Erscheinungen wird auch hier  
keineswegs so auffallende Erscheinung der Aufmerksamkeit entgang  
Man hat wohl Anzeichen dafür zu beobachten geglaubt, dass das  
licht in veränderlicher Helligkeit glänzt Und in der That muss  
merksamen Beobachter die grosse Helligkeit auffallen, in der das Lac  
wissen Jahren im Vergleich zu anderen erscheint Die einfache Fikl  
mehr oder minderen Durchsichtigkeit der Luft ist nicht ausreichend,  
gleicher Weise müsste dann die Helligkeit der Milchstrasse beeinflusst  
sein, was aber keineswegs immer der Fall war Nicht selten überstie  
in unseren Breiten das Zodiacallicht den Schein der Milchstrasse ganz  
Auch im Innern des eigentlichen Kegels sind hellere und mattere St  
muthet worden, auch glauben manche Beobachter feine noblige Lic  
in der Nähe der Zodiacallichtpyramide und mit dieser in Zusammenhang  
gesehen zu haben Es ist aber ausserordentlich schwer, mit voller  
die Grenzen des Lichtkegels anzugeben, in der Regel ist die dem  
zugewandte Seite nicht so weit von der Axe zu verfolgen wie die g  
liegende was sich durch die Absorption in der Atmosphäre erklärt

Der diffuse Charakter der Erscheinung ist die Ursache, dass trotz  
beträchtlichen Menge von Beobachtungen, welche namentlich im 19 Jh  
und besonders gegen Ende desselben durch JUL. SCHMIDT (Das Zodi  
Brunschweig 1855), HES (Zodiacallichtbeobachtungen 1847—75, Münch  
JONES (Observations on the Zodiacal Light Washington 1856, Observ  
Quito, Americ Journ of Science 1857), SERPIERI (La luce Zodiacale,  
della Società degli Spettroscopisti 1876), SEARLE (The Zodiacal Light,  
of the Americ Academy 1883, Recherches on the Zodiacal Light, Ann  
Astron Observ of Harvard Coll XIX, Cambridge 1893), GRUEY (Ob  
de la Lumière Zodiacale à Toulouse, Cpt Rend des séances de l'Acad  
t 79 So Paris), MARCHAND (Cpt Rend t 181, Paris 1895), BARNARD  
Journal), und viele Andere angestellt worden sind, eine ganz bestimmte  
nicht hat gegeben werden können Alle Angaben beruhen auf Einzel  
in Sternkarten oder sind solche über die Lage der Axe, der Ausdeh  
Kegels nach Schätzungen, deren Sicherheit von der Schärfe des A  
Beobachters, von der günstigen Lage des Beobachtungsortes und anc  
artigen Umständen abhängt Dass das Zodiacallicht nahe mit der Ek  
zusammenfällt war längst angenommen worden, dennoch blieb über  
ob man sich, wie HES und JONES, einen Ring um die Erde nach Art d  
rings darunter zu denken habe, oder vielmehr einen in der Ebene de  
Äquators gelegenen sehr flachen meteorischen Ring, der sich von

bis etwa über die Erdbahn hinaus erstreckt. MARCHAND hat auf dem Pic du Midi, wo bei gewöhnlicher Durchsichtigkeit der Luft das Zodiacallicht das ganze Jahr hindurch sichtbar ist, seit 1892 vielfach die Erscheinung zu beobachten Gelegenheit gehabt und gefunden, dass das Licht nicht nur aus den bekannten kegelförmigen Lichtsäulen besteht, die man im Horizont in der Nähe der Sonne nach dem Untergang und vor dem Aufgang derselben sieht, sondern auch aus einem schwachen in den Rändern abgeblasenen Lichtstreifen, der in der Verlängerung der Axe des im Horizont sichtbaren Lichtkegels die ganze Himmelskugel ungefähr nach einem größten Kreis umspannt, womit gelegentliche frühere Beobachtungen bestätigt wurden. Ferner hat er aus seinen Beobachtungen ableiten können, dass das Zodiacallicht ein Bräute von ca.  $14^\circ$  besitzt, das seine Axe sehr nahe einem größten Kreise liegt, der gegen die Ekliptik  $6-7^\circ$  geneigt ist, und für den der aufsteigende Knoten die Länge von  $70^\circ$  besitzt. Darnach stellt er als Thatsache fest, dass die Axe des Zodiacallichts ziemlich mit der Ebene des Sonnenäquators zusammenfällt, denn thatsächlich beträgt die Neigung dieser gegen die Ekliptik  $7^\circ$  und ihr aufsteigender Knoten hat eine Länge von etwa  $74^\circ$ .

Diese Resultate haben eine volle Bestätigung durch M. WOLFF'S Untersuchungen gefunden. (»Ueber die Bestimmung der Lage des Zodiacallichts und den Gegenstoche. Sitzber. d. Math. Phys. Classe d. K. B. Academie der Wiss., München 1900.) Er versuchte das Zodiacallicht zu photographiren und aus dem Bild die Avenlängen zu bestimmen. Dazu waren über die gewöhnlichen lichtstarken Objective nicht verwendbar. Er construirte einen besonderen Apparat, dem er den Namen »Schnittphotometer« beilegte. Es wurde von der Firma Zeiss in Jena ein Quarzobjectiv hergestellt, dessen Oeffnung 87 mm betrug, während die Distanz des Bildes von der vordersten Fläche nur 38 mm war. In der optischen Axe befindet sich unmittelbar vor der Bildebene ein solid mit dem Objectiv verbundenes Diaphragma mit ganz enger Oeffnung, und unmittelbar hinter diesem Diaphragma liegt die photographische Platte. Diese kann nun ihrer Länge nach in ihrer Ebene hinter dem Diaphragma vorbei geschoben werden und es können so auf der Platte eine Reihe von kleinen Bildern neben einander erzeugt werden, wobei jedes Bildchen genau in derselben Axe aufgenommen, und ein ganz bestimmter Punkt des Himmels ohne jede Abblendung und Lichtverlust der Imago abgebildet wird. Wird nun der Apparat mit einem astronomischen Axensystem, sei es mit einem Universalinstrument oder mit Äquatorialer Montirung verbunden, so lässt sich auch der Punkt des Himmels, auf den das Quarzobjectiv gerichtet ist, genau bestimmen. So wurde jeweils eine kleine Stelle des Zodiacallichts auf der Platte aufgenommen, dann die Platte weiter geschoben, der Apparat auf eine andere Stelle des Zodiacallichts gerichtet und diese aufgenommen. Bei genau gleicher Expositionswelt sind die Helligkeiten der Bilder vergleichbar und es lassen sich auch die hellsten Punkte des Zodiacallichts bestimmen, durch Aufzeichnung und Verbindung der hellsten Stellen die Axenlage feststellen.

Schon die ersten Beobachtungen mit diesem Apparat ergaben Resultate, die genau mit dem von MARCHAND auf schätzendem Wege erhalten übereinstimmen, die aber des vollständig objectiven Vorgehens wegen, die bei der WOLFF'schen Methode zur Anwendung kam, von wesentlich ausschlaggebenderer Bedeutung sind.

Die Schärfe der photographischen Aufnahmen ist bei dieser Gelegenheit noch in erhöhtem Maasse hervorgetreten. Zuerst von BRONSEN, dann aber

auch von anderen Astronomen, namentlich BARNARD ist genau der Sonne gegenüberliegend zu Zeiten ein ausserst matter Lichtschimmer bemerkt worden, dem der Name des »Gegenscheins« beigelegt ist. Wenn auch nach den visuellen Beobachtungen kaum mehr an der Realität der Erscheinung gezweifelt werden konnte, so ist es doch bei ihrer ausserordentlichen Schwäche von Wichtigkeit, dass auch der Gegenschein sich auf der photographischen Platte auf gezeichnet hat.

Nach diesen Beobachtungen ist es im höchsten Grade wahrscheinlich, dass das Zodiakallicht von einer sehr dünnen Materie gebildet wird, die in einem stark abgeplatteten Ellipsoid in der Ebene des Sonnenäquators um die Sonne gelagert ist und sich bis über die Erdbahn hinaus erstreckt. VALMINDER

---



# Anhang

---

## TAFELN.

---

### VORBEMERKUNG

Es war meine Absicht, in einem Anhang zum Handwörterbuch eine grössere Sammlung von Hilfstafeln zu geben, welche dem praktischen Astronomen zum Theil unentbehrlich, zum Theil für die verschiedensten Aufgaben angenehm und bequem sind. Da aber das Werk in seinem Text einen sehr viel grösseren Umfang angenommen hat, als beim Entwurf des Planes vorhergesehen werden konnte, glaube ich mich jetzt auf das Nothwendigste beschränken zu müssen. Es sind daher nur diejenigen Tafeln zum Abdruck gelangt, auf welche im Text direkt Bezug genommen worden ist. Ich hätte besonders gewünscht, Refractionstafeln nach RADAU begeben zu können, für welche ein direktes Bedürfnis vorliegt, da die sie enthaltende Originalabhandlung nicht gerade leicht zugänglich ist. Indessen musste auch hiervon Abstand genommen werden, da durch die Uebersetzung derselben in eine wirklich bequeme rechnerische Form ein sehr grosser Theil des nicht mehr verfügbaren Raums beansprucht worden wäre.



# Tafel I

---

Die BARKER'sche Tafel zur Berechnung der wahren bezw. mittleren Anomalie für die in der Parabel sich bewegendenden Kometen

Sie ist in der OLBERS'schen Form gegeben, wo  $M = \frac{75 \cdot 11}{\sqrt{2} q^3}$  ist, obwohl im Text zumeist die OPPOLZER'sche Form, wo  $M = \frac{t}{q^{\frac{1}{2}}}$  ist, zu Grunde gelegt wurde. Abgesehen vom OPPOLZER'schen Werk hat sich die OLBERS'sche Form in allen Werken über die Bahnbestimmung erhalten, ist insbesondere auch in die verbreitete neue Auflage des KLINKERFUS'schen Werkes von BUCHHOLF übernommen, es wird daher unter Benutzung des Handbuchs dem Berechner erster Bahnen wozu auch die Beschränkung auf 6 Dezimalen genügt in der Regel ungenüchmer sein beim Uebergang zu genaueren Berechnungen dieselbe Form in den ausführlichen Werken zu finden.

Das Fortschreiten des Arguments von  $100''$  zu  $100''$  ist hauptsächlich aus typographischen Ursachen gewählt worden. Proportionalitätstafeln sind bei den allzu rasch wachsenden Differenzen, wo man mit größerem Vortheil die vierstellige Logarithmentafel verwenden wird, fortgelassen.

Die Tafel giebt für  $v$  von  $0^\circ$ — $90^\circ$   $M$  selbst, von  $90^\circ$  an  $\log M$

Tafel für  $M = \frac{75}{\sqrt{2q}}$ 

$\nu$	0°		1°		2°		3°		Proportional theile		
	$M$	Diff 1	$M$	Diff 1'	$M$	Diff 1	$M$	Diff 1'			
0' 0"	0 00000	18 18	0 65158	18 19	1 80928	18 19	1 96139	18 21		18 19	18 19
1 10	0 01918	18 18	0 67272	18 18	1 82715	18 20	1 98260	18 20	1	18 18	18 19
3 20	0 03686	18 18	0 69090	18 18	1 84565	18 19	2 00080	18 21	2	18 18	18 19
5 0	0 05451	18 18	0 70908	18 19	1 86381	18 19	2 01901	18 21	3	96 88	36 88
7 10	0 07272	18 18	0 72727	18 18	1 88208	18 19	2 03722	18 21	4	51 51	51 57
9 20	0 09090	18 18	0 74545	18 18	1 90022	18 19	2 05548	18 21	5	72 72	72 76
		18 18		18 18		18 20		18 20	6	90 90	90 95
10 0	0 10908	18 18	0 76363	18 19	1 41812	18 19	2 07368	18 21	7	109 08	109 11
11 10	0 12726	18 18	0 78182	18 18	1 43601	18 20	2 09181	18 21	8	127 26	127 35
13 20	0 14544	18 19	0 80000	18 10	1 45481	18 19	2 11005	18 21	9	145 44	145 52
15 0	0 16363	18 18	0 81818	18 18	1 47300	18 19	2 12826	18 21		163 63	163 71
16 40	0 18181	18 18	0 83637	18 19	1 49119	18 20	2 14647	18 21			
18 20	0 19999	18 18	0 85456	18 18	1 50939	18 20	2 16468	18 21		19 20	18 21
		18 18		18 18		18 20		18 21	1	18 20	18 21
20 0	0 21817	18 18	0 87274	18 19	1 52759	18 19	2 18289	18 21	2	36 40	36 42
21 40	0 23635	18 18	0 89093	18 18	1 54578	18 20	2 20110	18 22	3	51 60	51 63
23 20	0 25453	18 18	0 90911	18 19	1 56398	18 19	2 21932	18 21	4	72 80	72 81
25 0	0 27271	18 18	0 92730	18 19	1 58217	18 20	2 23753	18 21	5	91 00	91 06
26 40	0 29089	18 18	0 94549	18 18	1 60037	18 20	2 25574	18 22	6	109 20	109 28
28 20	0 30907	18 18	0 96367	18 19	1 61857	18 20	2 27396	18 21	7	127 40	127 47
		18 18		18 19		18 20		18 21	8	145 60	145 68
30 0	0 32726	18 18	0 98186	18 19	1 63677	18 19	2 29217	18 21	9	163 80	163 89
31 10	0 34544	18 19	1 00005	18 18	1 65496	18 20	2 31038	18 22			
33 20	0 36363	18 18	1 01823	18 19	1 67316	18 20	2 32859	18 22		19 22	19 23
35 0	0 38180	18 18	1 03642	18 10	1 69136	18 20	2 34680	18 21	1	18 22	18 23
36 10	0 39998	18 18	1 05461	18 19	1 70956	18 20	2 36502	18 22	2	36 11	36 16
38 20	0 41816	18 18	1 07280	18 18	1 72776	18 20	2 38323	18 22	3	51 68	51 69
		18 18		18 18		18 20		18 22	4	72 88	72 92
40 0	0 43634	18 18	1 09098	18 19	1 74596	18 20	2 40147	18 22	5	91 10	91 15
41 40	0 45452	18 19	1 10917	18 19	1 76416	18 20	2 41969	18 21	6	109 32	109 38
43 20	0 47271	18 18	1 12736	18 19	1 78236	18 20	2 43790	18 22	7	127 51	127 57
45 0	0 49089	18 18	1 14555	18 19	1 80056	18 20	2 45612	18 22	8	145 70	145 81
46 40	0 50907	18 18	1 16374	18 19	1 81876	18 21	2 47434	18 22	9	163 98	164 07
48 20	0 52726	18 18	1 18193	18 19	1 83697	18 20	2 49256	18 22			
		18 18		18 19		18 20		18 22		18 21	18 22
50 0	0 54544	18 19	1 20012	18 19	1 85517	18 20	2 51078	18 22	1	18 21	18 25
51 40	0 56362	18 18	1 21831	18 19	1 87337	18 20	2 52901	18 22	2	36 18	36 50
53 20	0 58180	18 18	1 23650	18 19	1 89157	18 21	2 54723	18 22	3	51 73	51 75
55 0	0 59998	18 19	1 25469	18 19	1 90978	18 20	2 56545	18 22	4	72 96	73 00
56 40	0 61817	18 18	1 27288	18 19	1 92798	18 21	2 58367	18 22	5	91 20	91 25
58 20	0 63635	18 18	1 29107	18 19	1 94619	18 20	2 60190	18 22	6	109 41	109 50
		18 18		18 19		18 20		18 22	7	127 68	127 75
60 0	0 65453		1 30928		1 96439		2 62012		8	145 92	146 00
									9	164 18	164 25



$$\text{True Alt } M = \frac{75 \text{ ft}}{\sqrt{29}}^{\circ}$$

°	8°		9°		10°		11°		Proportional there		
	M	Diff 1"	M	Diff 1"	M	Diff 1"	M	Diff 1"			
0' 0"	5 25808	18 86	5 91181	18 11	6 57889	18 16	7 21100	18 52		18 80	18 80
1 40	5 27112	18 86	5 93322	18 11	6 59685	18 16	7 23252	18 52	1	18 80	18 80
3 20	5 28978	18 86	5 95163	18 11	6 61581	18 47	7 28104	18 52	2	86 72	86 78
5 0	5 30811	18 86	5 97001	18 41	6 63378	18 46	7 29956	18 53	3	55 08	55 17
6 40	5 32650	18 87	5 98845	18 41	6 65224	18 47	7 31809	18 53	4	78 41	78 56
8 20	5 34487	18 86	6 00686	18 12	6 67071	18 47	7 33662	18 53	5	91 80	91 95
									6	110 16	110 34
10 0	5 36323	18 87	6 02528	18 41	6 68918	18 47	7 35511	18 53	7	123 52	123 78
11 40	5 38160	18 87	6 04369	18 42	6 70765	18 17	7 37367	18 51	8	116 88	117 12
13 20	5 39997	18 87	6 06211	18 12	6 72612	18 47	7 39221	18 53	9	165 21	165 51
15 0	5 41831	18 87	6 08053	18 12	6 74459	18 48	7 41071	18 54			
16 40	5 43671	18 87	6 09895	18 12	6 76307	18 18	7 42928	18 53			
18 20	5 45508	18 87	6 11737	18 42	6 78155	18 17	7 44781	18 51	1	18 12	18 15
									2	18 12	18 45
20 0	5 47345	18 88	6 13579	18 12	6 80002	18 18	7 46635	18 51	3	36 81	36 90
21 40	5 49183	18 88	6 15422	18 42	6 81850	18 49	7 48489	18 55	4	55 26	55 35
23 20	5 51021	18 87	6 17264	18 18	6 83699	18 18	7 50341	18 51	5	78 08	78 30
25 0	5 52858	18 88	6 19107	18 18	6 85547	18 18	7 52193	18 55	6	92 10	92 25
26 40	5 54696	18 88	6 20950	18 12	6 87395	18 19	7 54058	18 55	7	110 52	110 70
28 20	5 56531	18 88	6 22793	18 42	6 89241	18 19	7 55908	18 55	8	128 91	129 15
									9	117 36	117 60
30 0	5 58372	18 88	6 24636	18 11	6 91098	18 19	7 57763	18 55		165 78	166 05
31 40	5 60210	18 89	6 26480	18 42	6 92942	18 19	7 59618	18 55	1		
33 20	5 62048	18 88	6 28323	18 44	6 94791	18 19	7 61474	18 56	2	19 48	18 51
35 0	5 63887	18 89	6 30167	18 18	6 96640	18 50	7 63329	18 56	3	18 18	18 51
36 40	5 65726	18 89	6 32010	18 41	6 98490	18 19	7 65185	18 50	4	86 96	87 09
38 20	5 67565	18 89	6 33854	18 44	7 00339	18 50	7 67041	18 56	5	55 11	55 33
									6	78 92	71 01
40 0	5 69404	18 89	6 35698	16 45	7 02189	18 50	7 68897	18 56	7	92 10	92 55
41 40	5 71243	18 89	6 37541	18 11	7 04039	18 50	7 70753	18 56	8	110 88	111 06
43 20	5 73082	18 89	6 39385	18 15	7 05889	18 50	7 72609	18 57	9	129 80	129 57
45 0	5 74921	18 40	6 41228	18 14	7 07739	18 51	7 74466	18 57		117 81	118 08
46 40	5 76761	18 39	6 43072	18 45	7 09590	18 51	7 76322	18 57	1	163 32	163 59
48 20	5 78600	18 40	6 44915	18 45	7 11441	18 50	7 78180	18 57	2		
									3	18 54	18 57
50 0	5 80440	18 10	6 46758	18 15	7 13291	18 51	7 80037	18 58	4	18 51	18 57
51 40	5 82280	18 10	6 48601	18 45	7 15142	18 51	7 81895	18 57	5	87 06	87 11
53 20	5 84120	18 10	6 50445	18 43	7 16993	18 52	7 83752	18 58	6	55 02	55 71
55 0	5 85960	18 40	6 52289	18 15	7 18845	18 51	7 85610	18 58	7	71 16	71 28
56 40	5 87800	18 11	6 54147	18 46	7 20696	18 52	7 87468	18 58	8	92 70	92 85
58 20	5 89641	18 10	6 55993	18 46	7 22548	18 52	7 89326	18 58	9	111 24	111 42
									1	129 78	129 99
60 0	5 91481		6 57839		7 24400		7 91184		2	148 32	148 56
									3	166 88	167 13

Tafel für  $M = \frac{75 \text{ kt}}{\sqrt{2g}}$ 

v	12°		13°		11°		15		Proportional theil		
	M	Dist 1'	M	Dist 1	M	Dist 1"	M	Dist 1			
0 0"	7 91191	19 59	9 58215	19 05	9 21512	18 71	9 91009	18 82		19 00	18 63
1 10	7 91013	19 59	9 60090	18 66	9 27385	13 71	9 91990	18 82			
2 20	7 91902	18 59	9 61916	19 06	9 29251	18 71	9 96962	18 82	1	18 60	19 63
3 30	7 90761	19 51	9 63812	19 67	9 31193	18 71	9 99711	18 83	2	37 20	87 36
4 40	7 98670	19 59	9 65679	18 66	9 33007	18 71	10 00627	18 83	3	57 80	55 89
5 50	8 00179		9 67515		9 34881		10 02509		4	71 10	71 52
		18 60		19 67		18 75		18 83	5	93 00	99 15
10 0	9 07339	19 59	8 60119	18 67	9 36736	16 71	10 01392	18 81	6	111 60	111 79
11 10	9 01198	18 60	8 71279	19 67	9 38630	19 75	10 06276	18 83	7	130 20	1 0 11
12 20	9 06059	18 60	8 73116	19 67	9 40505	19 76	10 08159	18 81	8	149 80	119 01
13 30	8 07918	18 60	9 75013	18 69	9 42391	18 75	10 10018	18 81	9	167 10	107 67
14 40	8 00778	19 01	9 76881	19 67	9 44256	18 76	10 11127	18 81			
15 50	8 11639		8 79718		9 46132		10 19511			18 60	18 69
		19 61		18 68		19 76		19 81	1	18 60	18 09
20 0	8 13500	18 60	9 80616	18 60	9 48008	18 76	10 15095	19 85	2	37 32	37 38
21 10	9 15310	18 61	8 82185	18 64	9 49881	19 76	10 17580	18 85	3	55 98	56 07
22 20	8 17221	18 62	8 84135	19 68	9 51760	18 77	10 19163	18 85	4	71 01	71 76
23 30	8 19093	18 61	8 86291	19 69	9 53637	18 76	10 21130	18 85	5	93 80	93 15
24 40	9 20911	18 62	8 88090	18 69	9 55518	18 77	10 23275	18 86	6	111 06	112 11
25 50	8 22806		8 89959		9 57390		10 25121		7	130 02	130 89
		18 62		16 70		19 78		18 86	8	149 28	149 52
30 0	8 21608	18 62	8 91820	18 69	9 59268	18 77	10 27007	18 86	9	167 91	168 21
31 10	8 26530	18 62	8 93698	19 70	9 61135	18 78	10 28593	18 86			
32 20	8 29102	18 62	8 95509	18 70	9 63007	18 78	10 0779	18 87		18 71	16 71
33 30	8 30951	18 68	8 97138	18 70	9 64901	18 78	10 32660	18 87	1	19 79	18 78
34 40	9 32117	18 65	9 00008	18 70	9 66779	19 76	10 34553	19 87	2	37 11	37 50
35 50	8 33980		9 01178		9 68657		10 36440		3	56 16	56 21
		18 65		18 71		18 79		18 88	4	71 89	75 00
40 0	9 35813	18 67	9 03019	18 70	9 70538	19 79	10 38328	18 87	5	93 60	93 75
41 10	8 37700	18 63	9 04919	18 71	9 72416	19 79	10 40215	18 89	6	112 31	112 50
42 20	9 39569	18 64	9 06790	18 71	9 74291	18 79	10 42103	18 88	7	131 01	131 23
43 30	8 41433	18 61	9 08661	18 72	9 76178	19 80	10 43991	18 89	8	149 76	150 00
44 40	9 43297	18 61	9 10583	18 71	9 78053	18 80	10 45880	18 88	9	168 18	169 75
45 50	8 45161		9 12401		9 79933		10 47768				
		18 61		18 72		18 80		18 89	1	19 78	18 81
50 0	8 47025	18 61	9 14276	19 78	9 81818	18 80	10 49657	18 89	2	37 56	37 62
51 10	8 48889	18 65	9 16118	18 78	9 83693	18 81	10 51516	19 90	3	56 21	56 13
52 20	9 50751	18 61	9 18021	18 72	9 85571	18 81	10 53386	18 90	4	75 12	75 21
53 30	8 52619	18 05	9 19891	18 78	9 87455	18 81	10 55235	18 91	5	93 93	91 05
54 40	8 54481	18 65	9 21766	18 78	9 89338	19 81	10 57125		6	112 68	112 80
55 50	8 56340		9 23639		9 91217		10 59108		7	131 18	131 67
		18 66		18 78		18 81		18 90	8	150 21	150 18
60 0	8 58215		9 25512		9 93098		10 60998		9	169 02	169 29



$$\text{Tafel für } M = \frac{757t}{\sqrt{2g^3}}$$

°	M	16°		17°		18°		19°		Proportional theile		
		M	Diff 1"	M	Diff 1'	M	Diff 1'	M	Diff 1"			
0° 0'	10 60990	18 91		11 29228	10 00	11 97816		12 66785				
1 40	10 62887	18 91	11 811 8	10 01	11 99727	19 11	12 69708	19 21		18 81	19 87	
2 20	10 64778	18 91	11 83029	19 01	12 01638	19 11	12 70628	19 29	1	18 81	18 87	
3 0	10 66669	18 91	11 84939	19 00	12 03510	19 11	12 72550	19 22	2	87 68	37 71	
4 10	10 68560	18 91	11 86881	19 02	12 05460	19 11	12 74473	19 20	3	86 52	86 61	
5 20	10 70452	18 92	11 88782	19 01	12 07372	19 12	12 76395	19 22	1	75 36	75 18	
		18 92		19 02		19 12		19 22	5	91 20	91 35	
10 0	10 72341	18 92	11 40681	19 02	12 09281	19 12	12 78318	19 21	6	113 01	113 28	
11 10	10 74236	18 92	11 42536	19 02	12 11196	19 12	12 80212	19 21	7	131 84	132 08	
12 20	10 76129	18 92	11 44438	19 02	12 13109	19 13	12 82165	19 23	8	150 72	150 98	
13 0	10 78022	18 92	11 46310	19 02	12 15022	19 13	12 84089	19 23	9	169 56	169 89	
14 10	10 79915	18 92	11 48213	19 03	12 16935	19 13	12 86014	19 23				
15 20	10 81808	18 92	11 50116	19 03	12 18849	19 13	12 87938	19 23		18 90	19 00	
		18 91		19 01		19 13		19 25	1	14 90	19 00	
20 0	10 83702	18 94	11 52060	19 08	12 20762	19 15	12 89868	19 25	2	37 80	38 00	
21 40	10 85598	18 94	11 53963	19 04	12 22677	19 11	12 91788	19 26	3	56 70	57 00	
22 20	10 87490	18 94	11 55837	19 05	12 24591	19 15	12 93711	19 26	1	75 40	76 00	
23 0	10 89381	18 94	11 57762	19 01	12 26506	19 15	12 95640	19 26	5	91 50	95 00	
24 10	10 91279	18 95	11 59686	19 05	12 28421	19 15	12 97566	19 27	6	111 10	111 00	
25 20	10 93171	18 95	11 61671	19 05	12 30336	19 15	12 99493	19 27	7	122 30	122 00	
		18 95		19 05		19 16		19 28	8	151 20	152 00	
30 0	10 95069	18 95	11 63570	19 05	12 32252	19 16	13 01419	19 28	9	170 10	171 00	
31 10	10 96961	18 96	11 65481	19 06	12 34168	19 16	13 03347	19 27				
32 20	10 98860	18 96	11 67397	19 06	12 36081	19 16	13 05271	19 28		19 10	19 30	
33 0	11 00756	18 96	11 69315	19 06	12 38000	19 17	13 07202	19 28	1	19 10	19 30	
34 10	11 02652	18 97	11 71239	19 07	12 39917	19 17	13 09130	19 28	2	14 20	33 10	
35 20	11 04549	18 96	11 73066	19 06	12 41831	19 18	13 11058	19 29	3	57 40	57 80	
		18 96		19 06		19 18		19 29	4	76 10	76 80	
40 0	11 06445	18 97	11 74912	19 07	12 43752	19 17	13 12987	19 29	5	95 50	96 00	
41 40	11 08342	18 98	11 76819	19 08	12 45680	19 19	13 14916	19 30	6	111 60	115 30	
42 20	11 10240	18 97	11 78727	19 07	12 47588	19 18	13 16816	19 30	7	129 70	131 10	
43 0	11 12137	18 98	11 80634	19 08	12 49506	19 19	13 18776	19 30	8	152 80	153 60	
44 10	11 14035	18 98	11 82542	19 09	12 51425	19 19	13 20706	19 30	9	171 90	172 80	
45 20	11 15933	18 99	11 84451	19 08	12 53344	19 19	13 22686	19 31				
		18 99		19 08		19 19		19 31		19 30	19 40	
50 0	11 17832	18 98	11 86359	19 09	12 55268	19 19	13 24617	19 31	1	10 80	19 40	
51 40	11 19730	18 99	11 88268	19 09	12 57182	19 20	13 26548	19 31	2	34 00	33 80	
52 20	11 21629	18 99	11 90177	19 09	12 59102	19 21	13 28479	19 32	3	57 90	58 30	
53 0	11 23528	19 00	11 92086	19 10	12 61023	19 20	13 30401	19 32	4	77 20	77 60	
54 40	11 25428	19 00	11 93996	19 10	12 62943	19 21	13 32322	19 32	5	93 50	97 00	
55 20	11 27328	19 00	11 95906	19 10	12 64864	19 21	13 34243	19 33	6	115 80	116 10	
		19 00		19 10		19 21		19 33	7	135 10	135 80	
60 0	11 29228		11 97816		12 66785		13 36168		8	154 10	155 20	
									9	173 70	174 60	

"	20°		21°		22°		23°		Proportional theile		
	$\log A'$	Diff 1"	$\log A'$	Diff 1"	$\log A'$	Diff 1"	$\log A'$	Diff 1"			
0 0'	115859		1117973		1160119		1159175				
1 10	6186	6 29	9573	6 00	116072	5 76	1159175	5 50	60	620	610
2 20	7119	6 27	9173	6 00	116072	5 76	1159175	5 50	63	62	61
3 30	7730	6 26	1119772	5 99	1170700	5 73	1159175	5 50	126	121	122
4 40	8361	6 25	1150370	5 99	0871	5 71	0591	5 52	160	186	198
5 50	8980	6 25	0968	5 99	1118	5 71	1139	5 52	252	218	211
6 10		6 21		5 97	2021	5 73	189	5 51	315	310	305
7 20	1129613	6 23	115156	5 96		5 72	2236	5 51	378	372	366
8 30	1130286	6 22	2161	5 96	1172593	5 72		5 50	411	410	409
9 40	0838	6 22	2736	5 96	9165	5 72	1182796	5 50	450	449	448
10 50	1180	6 22	3251	5 95	8736	5 71	9335	5 49	488	487	486
11 10	2101	6 21	3915	5 91	1307	5 71	1981	5 49	526	525	524
12 20	2721	6 20	1535	5 99	1977	5 70	1133	5 49	564	563	562
13 30		6 18		5 93	5116	5 69	1091	5 49	602	601	600
14 40	1188910	6 19	1155131	5 93		5 69	5528	5 47	640	639	638
15 50	3959	6 18	5723	5 93	1178015	5 69		5 47	678	677	676
16 10	1570	6 17	6311	5 91	0593	5 69	1190075	5 46	716	715	714
17 20	5198	6 16	5901	5 91	7120	5 67	6621	5 46	754	753	752
18 30	5809	6 15	7195	5 90	7717	5 67	7167	5 45	792	791	790
19 40	6124	6 15	9081	5 89	8293	5 66	7712	5 45	830	829	828
20 50		6 11		5 88	8818	5 65	9256	5 41	868	867	866
21 10	1187038	6 11	1158072	5 88		5 65	9800	5 41	906	905	904
22 20	7052	6 13	9200	5 88	1170113	5 61		5 41	944	943	942
23 30	9265	6 12	1159417	5 87	1179977	5 61	1180311	5 41	982	981	980
24 40	8877	6 12	1160133	5 86	1180511	5 61	1191887	5 41	1020	1019	1018
25 50	1120189	6 11	1010	5 80	1101	5 63	1200129	5 41	1058	1057	1056
26 10	1101000	6 10	1601	5 85	1666	5 62	0970	5 41	1096	1095	1094
27 20		6 10		5 81	2229	5 62	1511	5 41	1134	1133	1132
28 30	1110710	6 10	1162188	5 81		5 61	2052	5 41	1172	1171	1170
29 40	1320	6 09	2772	5 81	1182789	5 61		5 40	1210	1209	1208
30 50	1929	6 08	8355	5 83	3190	5 61	1202592	5 40	1248	1247	1246
31 10	2587	6 08	8928	5 83	3910	5 60	3131	5 39	1286	1285	1284
32 20	8111	6 07	4220	5 82	1169	5 59	3670	5 39	1324	1323	1322
33 30	8750	6 06	5101	5 81	5028	5 59	4208	5 38	1362	1361	1360
34 40		6 03		5 80	5586	5 58	1716	5 38	1400	1399	1398
35 50	111856	6 01	1165091	5 80		5 57	5283	5 37	1438	1437	1436
36 10	1959	6 01	6261	5 79	1180113	5 57		5 37	1476	1475	1474
37 20	5563	6 01	6810	5 78	6700	5 56	1201820	5 36	1514	1513	1512
38 30	6187	6 01	7119	5 78	7220	5 56	6256	5 36	1552	1551	1550
39 40	6770	6 02	7906	5 77	7812	5 55	6891	5 35	1590	1589	1588
40 50	7372	6 01	8578	5 76	8367	5 55	7126	5 35	1628	1627	1626
41 10	1117973				8921	5 51	7960	5 31	1666	1665	1664
42 20						5 51	8191	5 31	1704	1703	1702
43 30									1742	1741	1740
44 40									1780	1779	1778
45 50									1818	1817	1816
46 10									1856	1855	1854
47 20									1894	1893	1892
48 30									1932	1931	1930
49 40									1970	1969	1968
50 50									2008	2007	2006

$$\text{Table for } \log M = \log \frac{757t}{\sqrt{2}q^2}$$

	21°		25		26		27		Proportional these			
	$\log M$	Diff 1'	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1'				
0 00	1.209025	5.33	1.217871	5.11	1.216071	1.97	1.265080	1.91		530	525	520
1 10	1.209561	5.32	9388	5.13	6371	1.86	1161	1.90		53	53	52
2 20	1.210093	5.31	9901	5.13	7067	1.96	1611	1.90	1	106	105	101
3 0	0621	5.31	9111	5.13	7363	1.93	5121	1.90	2	159	158	156
4 10	1155	5.31	1.229927	5.13	8059	1.05	3601	1.80	3	212	210	208
5 20	1680	5.31	1.280199	5.12	8559	1.05	1091	1.80	4	265	263	260
		5.30		5.12		1.05		1.79	5	318	317	312
10 0	1.212210	5.29	1.230951	5.11	1.219019	1.91	1.260060	1.79	6	371	368	361
11 10	2715	5.29	1162	5.11	1.219513	1.91	7039	1.78	7	424	420	416
12 20	3271	5.29	1978	5.10	1.250036	1.91	7516	1.78	8	477	473	469
13 0	3903	5.29	2183	5.10	0529	1.93	7991	1.77	9	530	525	520
14 10	4521	5.29	2993	5.10	1022	1.9	9171	1.77				
15 20	5158	5.27	3502	5.09	1511	1.92	9919	1.77	1	583	578	573
		5.27		5.08		1.92		1.77	2	636	631	626
20 0	1.215395	5.26	1.291010	5.09	1.252006	1.91	1.269125	1.76	3	689	683	678
21 10	5911	5.26	1518	5.07	2197	1.91	1.269901	1.76	4	742	736	731
22 20	6197	5.25	502	5.07	2958	1.91	1.270377	1.75	5	795	789	784
23 0	6962	5.25	532	5.07	3179	1.91	0922	1.75	6	848	842	837
24 10	7187	5.24	6039	5.06	3969	1.90	1387	1.71	7	901	895	890
25 20	8011	5.24	6315	5.06	1150	1.89	1901	1.71	8	954	948	943
		5.24		5.06		1.89		1.71	9	1007	1001	996
30 0	1.219535	5.23	1.937051	5.05	1.251918	1.89	1.272271	1.71				
31 10	9058	5.23	7526	5.05	3137	1.85	2719	1.71	1	1060	1054	1049
32 20	1.219591	5.23	5001	5.01	5925	1.85	3222	1.7	2	1113	1107	1102
33 0	1.220103	5.22	8565	5.01	6113	1.85	3695	1.72	3	1166	1160	1155
34 10	0622	5.21	1.239069	5.01	6900	1.87	1167	1.72	4	1219	1213	1208
35 20	1116	5.21	1.239573	5.01	7387	1.87	1639	1.72	5	1272	1266	1261
		5.20		5.03		1.87		1.72	6	1325	1319	1314
40 0	1.221686	5.20	1.210076	5.02	1.257871	1.86	1.273111	1.71	7	1378	1372	1367
41 10	2180	5.20	078	5.02	8360	1.86	3582	1.71	8	1431	1425	1420
42 20	2708	5.19	1090	5.01	9816	1.85	4031	1.70	9	1484	1478	1473
43 0	3226	5.19	1381	5.01	9931	1.85	6223	1.70				
44 10	3713	5.19	2082	5.01	1.259616	1.85	6993	1.70	1	1537	1531	1526
45 20	4261	5.18	2583	5.01	1.260301	1.85	7163	1.70	2	1590	1584	1579
		5.18		5.00		1.81		1.69	3	1643	1637	1632
50 0	1.224779	5.17	1.218088	5.00	1.260795	1.83	1.277912	1.69	4	1696	1690	1685
51 10	5200	5.17	3688	1.99	1968	1.83	5101	1.69	5	1749	1743	1738
52 20	5818	5.16	1082	1.99	1751	1.83	9870	1.69	6	1802	1796	1791
53 0	6329	5.16	1681	1.99	2331	1.83	9338	1.69	7	1855	1849	1844
54 10	6814	5.15	5079	1.99	2716	1.82	1.279905	1.67	8	1908	1902	1897
55 20	7350	5.15	5677	1.98	8198	1.82	1.280272	1.67	9	1961	1955	1950
		5.15		1.97		1.82		1.67				
60 0	1.227871		1.210074		1.263690		1.280739		1	2014	2008	2003
									2	2067	2061	2056
									3	2120	2114	2109
									4	2173	2167	2162
									5	2226	2220	2215
									6	2279	2273	2268
									7	2332	2326	2321
									8	2385	2379	2374
									9	2438	2432	2427

$$\text{refl fin } \log M = \log \frac{757z}{\sqrt{2q}}$$

°	28		29°		30°		31°		Proportional these			
	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"				
0 0	1 250739		1 297295		1 313395		1 339015					
1 10	1206	167	7718	153	3826	111	917	129	170	165	160	
3 20	1672	166	8201	153	1266	110	1 329901	1 39	17	17	16	
5 0	2138	166	8653	152	1708	110	1 330129	1 38	91	92	92	
6 10	2603	165	9105	152	2115	109	0757	1 38	111	110	138	
8 20	3069	165	1 291557	152	5583	110	1165	1 39	189	186	181	
		165		151		1 39		1 25	233	233	230	
10 0	1 293533		1 300008		1 316021		1 331113		282	279	276	
11 10	3997	161	0139	151	1462	138	2010	1 37	329	326	322	
13 20	1161	161	0910	151	1901	139	2167	1 27	376	372	366	
15 0	1921	163	1300	150	7339	139	2891	1 27	423	419	414	
16 10	2587	163	1810	150	7776	137	3320	1 26				
19 20	5850	163	2360	150	8211	138	3716	1 26	155	150	145	
		162		150		1 37		1 26	16	15	15	
20 0	1 286312		1 302710		1 319051		1 331172		91	90	89	
21 10	6771	162	3159	149	8087	136	1597	1 25	137	135	131	
23 20	7234	162	3607	148	9521	137	2022	1 25	182	180	175	
25 0	7697	161	4055	148	1 312960	136	2517	1 25	229	225	223	
26 10	8155	161	4502	147	1 320395	135	2872	1 25	273	270	267	
28 20	8618	160	4951	147	0931	134	6298	1 24	319	315	312	
		160		147		1 35		1 24	361	360	356	
30 0	1 289075		1 305336		1 321211		1 336720		410	405	401	
31 10	1538	160	5413	147	1701	133	7111	1 23				
33 20	1 290997		1 309		2133	131	7567	1 23	110	113	110	
35 0	1 290126		675		2569	131	7990	1 23	14	14	12	
36 10	0911	158	7161	146	3003	131	8413	1 22	98	87	96	
38 20	1372	158	7626	145	3436	131	8865	1 22	133	131	127	
		158		145		1 31		1 22	176	171	172	
40 0	1 291980		1 309071		1 323970		1 339257		220	218	215	
41 10	2888	158	8516	145	1702	132	1 339679	1 22	261	261	258	
43 20	2715	157	8960	144	1735	133	1 340101	1 22	308	305	301	
45 0	3202	157	9401	144	5167	132	0522	1 21	352	349	344	
46 10	3655	156	1 309418	143	5599	132	0943	1 21	396	392	387	
48 20	4111	156	1 310201	143	6031	132	1361	1 21				
		155		143		1 31		1 20	425	420	415	
50 0	1 291569		1 310731		1 324162		1 341781		461	461	458	
51 10	5021	155	1177	143	6993	131	2201	1 20	508	505	501	
53 20	5179	155	1619	142	7421	131	2621	1 20	552	549	544	
55 0	5931	155	2061	142	7751	130	3011	1 20	596	592	587	
56 10	6398	151	2503	141	8181	130	3413	1 19	640	636	631	
58 20	6812	151	2911	141	8611	130	3882	1 19	684	680	675	
		150		141		1 29		1 19	728	724	719	
60 0	1 297205		1 313385		1 329013		1 341301		772	768	763	
									816	812	807	

$$\text{Tafel für } \log A = \log \frac{75 \text{ kt}}{\sqrt{2} q^2}$$

"	32°		38°		81°		85°		Proportional theile		
	$\log A$	Diff 1"	$\log A$	Diff 1"	$\log A$	Diff 1"	$\log A$	Diff 1"			
0' 0'	1 811801		1 859188		1 373725		1 397912				
1 10	1719	4 18	1 859591	1 08	1121	8 90	8987	3 90	118	115	112
3 20	5187	1 18	1 360002	1 08	1523	8 99	8723	3 01			
5 0	5555	1 18	0410	1 09	1922	3 09	9113	8 90	1 2	1 2	1 1
6 10	5978	1 18	0818	1 08	5820	3 98	9303	3 00	18 5	18 5	18 1
8 20	6300	1 17	1225	1 07	5718	3 98	1 380892	8 89	16 7	16 6	16 6
		1 17		1 07		3 98		8 90	20 0	20 8	20 0
10 0	1 316807		1 361887		1 378110		1 890292		25 1	21 0	24 7
11 10	7223	1 16	2089	1 07	6511	3 98	0871	8 90	29 8	20 1	28 8
13 20	7610	1 17	2410	1 07	6912	3 98	1060	3 89	33 1	38 2	33 0
15 0	8056	1 16	2852	1 06	7309	3 97	1118	3 99	37 6	37 1	37 1
16 10	8471	4 15	3256	1 06	7700	3 97	1887	3 99			
18 20	8887	1 16	3681	1 06	9102	3 96	2225	8 88			
		1 15		1 06		8 97		8 88	100	100	108
20 0	1 319302		1 861070		1 778199		1 797619		1 1	1 1	1 0
21 10	1 319717	1 15	1175	1 05	8895	8 96	8001	3 98	8 2	8 1	8 1
23 20	1 320132	1 15	1990	1 05	9291	3 96	3398	3 97	12 3	12 2	12 1
25 0	0 518	1 11	5285	1 05	1 79887	3 96	3776	3 89	16 1	16 2	16 1
26 10	0980	1 11	5699	1 01	1 89082	3 95	4163	8 87	20 5	20 3	20 2
28 20	1371	1 11	6098	1 01	0177	3 95	4519	3 80	24 5	24 4	24 9
		1 11		1 01		8 05		3 87	28 6	28 1	28 9
30 0	1 351788		1 306197		1 890872		1 301996		32 7	32 5	32 2
31 10	2201	1 13	6901	1 01	1267	3 95	5328	3 87	36 8	36 5	36 8
33 20	2611	1 18	7805	1 01	1662	3 95	5709	3 80			
35 0	3027	1 13	7709	1 03	2056	3 91	6095	3 90	100	89 7	89 4
36 10	3410	1 13	5111	4 08	2150	3 91	6190	8 95	1 0	1 0	8 9
38 20	3857	1 19	8511	1 08	2841	3 91	6866	8 86	8 0	7 9	7 9
		4 12		1 02		3 98		8 85	12 0	11 0	11 8
40 0	1 351201		1 368918		1 389297		1 897951		16 0	15 0	15 8
41 10	4078	4 12	9318	1 09	8671	8 94	7096	3 85	20 0	19 9	19 7
43 20	5087	1 11	1 369720	4 02	1091	3 93	9021	3 95	24 0	23 8	23 6
45 0	5498	1 11	1 370192	1 07	1117	3 93	9106	8 85	28 0	27 8	27 6
46 40	5909	1 11	0628	1 01	1809	8 92	9790	8 91	32 0	31 8	31 5
48 20	6319	1 10	0991	1 01	5202	3 93	9171	8 81	36 0	35 7	35 5
		4 11		1 01		8 92		8 81			
50 0	1 856780		1 371825		1 385591		1 809558		891	888	885
51 10	7110	4 10	1720	1 01	5986	3 92	1 399912	3 81	8 9	3 8	8 9
53 20	7550	1 10	2128	4 00	6377	8 91	1 400826	3 81	7 8	7 8	7 7
55 0	7959	1 09	2526	1 00	6769	8 92	0709	8 88	11 7	11 6	11 6
56 10	8368	1 09	2926	1 00	7160	8 91	1092	3 88	15 6	15 5	15 1
58 20	8777	1 09	3326	1 00	7551	8 91	1175	8 88	19 6	19 1	19 6
		4 09		8 99		8 91		8 88	23 5	23 3	23 1
60 0	1 859186		1 878725		1 387912		1 401858		27 1	27 2	27 0
									81 8	81 0	80 8
									86 2	84 9	84 7

$$\text{1. fol für } \log M = \log \frac{75 \text{ kl}}{\sqrt{2} q^2}$$

J	36°		37		38°		39		Proportional theile			
	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1'				
0' 0"	1 101658	3 92	1 115193	3 75	1 198568	3 65	1 111991	3 62		392	379	371
1 10	2210	3 93	5819	3 75	9234	3 65	2356	3 61	1	3 5	8 8	8 8
3 20	2623	3 93	6213	3 71	9620	3 67	2717	3 61	2	7 6	7 6	7 5
5 0	3003	3 93	6617	3 71	1 129169	3 68	3078	3 61	3	11 5	11 1	11 3
6 10	3386	3 81	6992	3 71	1 130337	3 67	139	3 60	4	1 8	1 2	1 0
9 20	3768	3 62	7361	3 71	0701	3 67	9799	3 61	5	19 1	19 0	18 8
		3 81		3 71		3 67		3 61	6	22 9	22 7	22 6
10 0	1 101149	3 81	1 117710	3 73	1 131071	3 67	1 111160	3 60	7	26 7	26 5	26 2
11 10	1590	3 81	8112	3 71	1138	3 67	1520	3 60	8	30 6	30 8	30 1
13 20	1911	3 81	5187	3 73	1805	3 67	1880	3 60	9	34 1	34 1	33 8
15 0	2292	3 81	8560	3 73	2171	3 67	5210	3 60				
16 10	5872	3 91	9233	3 73	2537	3 66	5600	3 60				
18 20	6053	3 80	9606	3 73	2903	3 66	5959	3 59		373	370	367
		3 80		3 73		3 66		3 60	1	3 7	3 7	3 7
20 0	1 106133	3 80	1 119979	3 72	1 133269	3 65	1 116319	3 59	2	7 5	7 1	7 8
21 10	6819	3 80	1 120152	72	3631	3 65	6678	3 59	3	11 2	11 1	11 0
23 20	7192	3 79	0731	3 71	1000	3 65	7037	3 59	4	11 9	11 8	11 7
25 0	7572	3 79	1096	3 72	1365	3 65	7396	3 59	5	15 7	15 5	15 1
26 10	7951	3 79	1168	3 72	1730	3 65	7755	3 58	6	22 1	22 2	22 0
28 20	8330	3 79	1410	3 72	2095	3 65	8113	3 58	7	26 1	25 9	25 7
		3 79		3 71		3 65		3 59	8	29 8	29 6	29 1
30 0	1 108709	8 79	1 122211	3 72	1 133160	3 61	1 119172	3 58	9	31 8	31 3	31 0
31 10	1068	3 79	2583	3 71	5921	3 65	8590	3 58				
33 20	9166	3 79	2951	3 71	6159	3 61	9149	3 58		361	361	358
35 0	1 109815	3 79	3325	3 71	6553	3 61	9516	3 57	1	8 6	8 6	3 6
36 10	1 110229	3 77	3696	3 70	6917	3 61	1 119909	3 58	2	7 3	7 2	7 2
38 20	0800	3 78	1066	3 71	7281	3 61	1 12361	3 57	3	10 0	10 8	10 7
		3 78		3 71		3 61		3 57	4	11 6	11 1	11 8
10 0	1 110978	3 77	1 121137	3 70	1 137613	3 63	1 120018	3 57	5	18 2	19 1	17 9
11 10	1353	3 79	1907	3 70	8009	3 63	0975	3 57	6	21 9	21 7	21 5
13 20	1733	3 77	5177	3 70	8371	3 63	1792	3 57	7	25 5	25 3	25 1
15 0	2110	3 77	5517	3 70	8781	3 63	1049	3 57	8	20 1	28 9	28 6
16 10	2566	3 76	5916	3 69	9097	3 63	2016	3 57	9	32 8	32 5	32 2
18 20	2963	3 77	6286	3 70	9180	3 63	2103	3 57				
		3 76		3 69		3 68		3 56		855	852	819
50 0	1 113299	8 76	1 126655	3 69	1 189823	3 62	1 152759	8 50	1	8 6	8 5	8 5
51 10	3615	8 76	7021	3 69	1 140183	3 62	3115	8 50	2	7 1	7 0	7 0
53 20	9991	8 76	7393	3 68	0517	8 03	8171	3 56	3	10 7	10 6	10 5
55 0	1367	3 76	7761	3 69	0909	3 62	8927	3 56	4	11 2	11 1	11 0
56 10	1713	3 75	8130	3 68	1271	3 62	1183	3 56	5	17 9	17 8	17 5
58 20	5118	3 75	8198	3 68	1639	3 62	1538	3 56	6	21 9	21 1	20 9
		3 75		3 68		3 61		8 55	7	24 9	21 6	21 1
60 0	1 115193		1 128866		1 111931		1 151809		8	29 4	28 2	27 9
									9	32 0	31 7	31 4





Tafel für  $\log M = \log \frac{75}{\sqrt{2} q}$ 

°	11°		15°		19°		23°		Proportional			
	$\log M$	Diff	$\log M$	Diff	$\log M$	Diff	$\log M$	Diff	thick			
0 0	1 501151		1 516139		1 525111		1 539105					
1 10	1516	3 35	671	3 30	519	3 25	1 510127	3 22	3 26	331	332	
3 20	5120	3 31	7099	3 31	4995	3 26	0511	3 22	1	31	3	11
5 0	5181	3 31	7124	3 31	521	3 26	0971	3 22	2	67	67	66
6 10	5618	3 31	7714	3 30	516	3 25	1193	3 21	3	101	100	100
8 20	6152	3 31	8099	3 30	1 529572	3 20	1111	3 22	4	181	131	133
		3 33		3 29		3 25		3 21	5	169	167	166
10 0	1 506185		1 519117		1 530197		1 511935		6	201	200	199
11 10	619	3 31	5711	3 29	0522	3 25	2157	3 22	7	231	231	232
13 20	7152	3 33	871	3 39	0817	3 25	2178	3 21	8	269	267	266
15 0	7186	3 31	9101	3 29	1172	3 25	2799	3 21	9	301	301	299
16 10	7519	3 33	1 1913	3 29	1197	3 25	3120	3 21				
18 20	8153	3 33	1 53002	3 21	1821	3 21	3111	3 21				
		3 33		3 28		3 21		3 21				
20 0	1 508182		1 520190		1 531116		1 513762		1	31	33	33
21 10	5815	3 33	0711	3 29	2171	3 25	1063	3 21	2	66	66	65
23 20	9150	3 33	1017	3 29	2791	3 21	1103	3 20	3	91	99	98
25 0	9181	3 33	1376	3 29	3119	3 21	1721	3 21	4	131	131	130
26 10	1 509816		1701	3 28	3111	3 21	2011	3 20	5	161	161	161
28 20	1 510119		2012	3 28	3769	3 25	5965	3 21	6	198	197	196
		3 32		3 28		3 21		3 20	7	231	230	228
30 0	1 510180		1 522160		1 531091		1 515681		8	261	261	261
31 10	0913	3 32	2659	3 28	1115	3 21	6001	3 20	9	297	295	293
33 20	1131	3 32	3015	3 27	1781	3 21	6325	3 20				
35 0	1176	3 32	3113	3 28	5063	3 21	6615	3 20				
36 10	1809	3 32	3701	3 27	5192	3 21	6961	3 20	1	32	32	32
38 20	2139	3 31	3999	3 29	5710	3 21	7291	3 20	2	65	65	61
		3 32		3 27		3 23		3 19	3	97	97	97
40 0	1 512171		1 521125		1 530113		1 517101		4	130	129	120
41 10	2502	3 31	1612	3 27	6336	3 23	7921	3 20	5	162	162	161
43 20	3133	3 31	1979	3 27	6619	3 23	8211	3 19	6	191	191	193
45 0	3161	3 31	2306	3 27	7002	3 23	8561	3 20	7	227	228	225
46 10	3791	3 31	5633	3 27	7811	3 23	9882	3 19	8	259	258	259
48 20	4126	3 31	5960	3 27	7618	3 23	9201	3 19	9	292	291	290
		3 31		3 26		3 23		3 19				
50 0	1 511157		1 520286		1 527971		1 519120					
51 10	1788	3 31	6613	3 27	9291	3 22	1 519811	3 19	1	32	32	32
53 20	5118	3 30	6919	3 26	9611	3 23	1 550115	3 19	2	61	61	61
55 0	5111	3 31	7265	3 26	9938	3 22	0177	3 19	3	96	96	98
56 10	5779	3 30	7392	3 27	9261	3 23	0796	3 19	4	129	128	128
58 20	6100	3 30	7918	3 26	9591	3 22	1111	3 18	5	161	160	160
		3 30		3 26		3 22		3 19	6	193	192	191
60 0	1 516189		1 528211		1 539905		1 531133		7	225	221	223
									8	257	256	255
									9	289	288	287

Tafel für  $\log A' = \log \frac{757t}{\sqrt{2g^3}}$ 

v	19°		19°		50°		51°		Proportional theile			
	$\log A'$	Diff 1"	$\log A'$	Diff 1'	$\log A'$	Diff 1"	$\log A'$	Diff 1"				
0' 0"	1 171183		1 102876		1 571123		1 185809					
1 10	1751	9 18	111	9 15	1135	9 12	5812	9 09				
2 20	2069	3 16	9166	3 15	1717	8 12	5921	9 09	1	319	117	116
3 0	2588	3 19	9781	9 15	5010	3 12	6230	3 09	1	32	12	32
4 10	2706	3 18	1000	8 15	5371	3 12	6539	3 09	2	61	63	63
5 20	3021	8 19	1110	8 11	5683	9 11	6846	10 09	3	95	95	95
		3 18		8 15		3 12		9 09	1	127	127	126
10 0	1 553312		1 101722		1 571991		1 187157		5	159	159	156
11 10	3659	9 17	5010	9 15	6301	3 11	7161	3 06	6	191	190	190
12 20	3977	3 18	5351	8 11	6617	3 12	7771	3 09	7	223	222	221
13 0	1295	3 18	5868	8 11	6928	8 11	8082	3 09	9	251	251	251
14 10	1612	3 17	7999	8 13	7230	3 11	8391	8 09	9	286	285	251
15 20	1930	3 16	8297	8 11	7551	3 12	8699	3 08				
		3 17		8 11		3 11		3 08		315	311	313
20 0	1 555217		1 566111		1 577587		1 189007		1	82	31	31
21 10	5561	3 17	6922	3 11	9179	3 11	9315	3 09	2	63	68	63
22 20	5955	3 16	7239	3 11	9183	3 10	9829	3 09	3	95	91	91
23 0	6199	3 17	7713	3 11	8791	3 11	1 99981	3 08	4	126	126	125
24 10	6511	3 17	7806	3 13	9105	8 11	1 50079	3 08	5	155	157	157
25 20	6829	3 17	8150	8 11	9216	8 11	0517	3 08	6	189	189	198
		3 18		9 11		3 10		9 08	7	221	220	219
30 0	1 567119		1 568191		1 579726		1 590835		9	252	251	250
31 10	7166	3 17	8807	8 13	1 580017	9 11	1103	9 08	1	291	283	283
32 20	7783	8 17	9121	3 11	0717	8 10	1170	9 07				
33 0	8099	3 16	9131	8 13	0819	3 11	1778	3 04		112	811	310
34 10	8416	3 17	1 109717	9 13	0968	3 10	2086	3 08	1	31	31	31
35 20	8732	3 16	1 570060	3 18	1278	3 10	2398	3 07	2	62	62	62
		8 16		3 19		3 10		3 07	8	91	99	91
40 0	1 569019		1 570979		1 581555		1 592700		1	125	121	121
41 10	9361	9 16	0688	8 19	1898	9 10	3009	3 08	1	156	156	153
42 20	9680	8 16	0990	8 13	2208	3 10	3315	3 07	6	197	197	186
43 0	1 559706	8 16	1812	3 18	2518	8 10	3622	3 07	7	219	218	217
44 10	1 560312	3 16	1815	3 18	2828	8 10	3929	3 07	8	250	219	219
45 20	0028	3 16	1997	3 12	3137	8 09	4236	3 07	9	281	290	270
		8 16		8 18		8 10		8 07				
50 0	1 569741		1 572220		1 583117		1 594513		1	309	308	307
51 10	1259	8 15	2582	8 12	3737	9 10	1850	3 07	1	81	31	81
52 20	1575	8 16	2878	8 19	4066	3 09	5137	3 07	2	62	62	61
53 0	1890	3 15	3187	8 19	4375	3 09	5468	3 06	3	93	92	92
54 10	2206	8 16	3499	8 19	4685	8 10	5770	3 07	1	121	128	128
55 20	2521	8 15	3811	9 18	4991	3 09	6077	8 07	2	155	153	151
		8 15		9 19		3 09		3 06	6	185	185	181
60 0	1 562636		1 571128		1 585303		1 596899		7	216	216	215
								3 06	8	247	246	246
									9	278	277	278

$$\text{Incl für } \log M = \log \frac{75.76}{\sqrt{2} g^2}$$

2	0'	0"	52°		53°		54°		55°		Proportional theile		
			$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"			
	0'	0"	1 598383		1 607370		1 618272		1 629096				
1	10		6699	3 06	7071	3 01	9571	3 02	9196	3 00		306	301
3	20		6998	3 07	7978	3 01	9976	3 02	9695	2 99			
5	0		7202	3 06	8282	3 01	9177	3 01	1 629995	3 00	1	31	31
6	10		7608	3 06	8596	3 01	1179	3 02	1 630291	2 99	2	61	61
8	20		7911	3 06	8889	3 01	1 619790	3 01	0213	2 99	3	92	92
				3 06		3 01		3 02		3 00	1	122	122
10	0		1 599240		1 609193		1 620092		1 630993		6	153	153
11	10		8026	3 06	9197	3 01	0783	3 01	1192	2 99	6	181	183
13	20		8672	3 06	1 609900	3 01	0641	3 01	1191	2 99	7	211	211
15	0		9138	3 06	1 610101	3 01	0985	3 01	1790	2 99	8	215	211
16	10		9111	3 06	0107	3 01	1287	3 02	2059	2 99	9	275	275
18	20		1 599740		0710	3 01	1598	3 01	2389	3 00			
				3 05		3 01		3 01		2 99		308	302
20	0		1 600051		1 611011		1 621899		1 632689		1	80	30
21	10		0361	3 06	1917	3 01	2190	3 01	2194	2 98	2	61	60
22	20		0666	3 01	1620	3 03	2191	3 01	2295	2 99	3	91	91
23	0		0972	3 06	1923	3 03	2791	3 00	3361	2 99	1	121	121
26	10		1277	3 01	2226	3 01	3092	3 01	3563	2 99	5	152	151
28	20		1553	3 06	2521	3 01	3393	3 01	3892	2 99	6	182	181
				3 05		3 01		3 01		2 98	7	212	211
30	0		1 601988		1 612832		1 623691		1 634180		8	212	211
31	10		2193	3 05	3131	3 02	1991	3 00	1779	2 99	9	278	272
33	20		2196	3 01	3187	3 03	1395	3 01	1378	2 99			
35	0		2809	3 01	3710	3 03	1595	3 00	5376	2 98		300	298
36	10		3108	3 05	4012	3 02	1996	3 01	5671	2 99			
38	20		3312	3 05	4311	3 03	5198	3 00	6079	2 98	1	80	80
				3 05		3 02		3 00		2 98	2	80	80
40	0		1 603718		1 614617		1 625196		1 636271		3	90	89
41	10		1022	3 01	1920	3 03	5737	3 01	6570	2 99	1	120	119
43	20		1327	3 05	2222	3 02	1097	3 00	6668	2 98	2	150	149
45	0		1632	3 01	2555	3 03	6397	3 00	7100	2 99	6	180	179
46	10		1036	3 01	3957	3 02	1697	3 00	7161	2 99	7	210	209
48	20		5211	3 05	6159	3 02	6997	3 00	7762	2 98	8	210	208
				3 01		3 02		3 00		2 98	9	270	268
50	0		1 605515		1 616161		1 627207		1 638060				
51	10		5850	3 05	6763	3 02	7597	3 00	8158	2 98			
52	20		6151	3 01	7001	3 02	7897	3 00	8656	2 98			
55	0		6158	3 01	7367	3 02	8197	3 00	8951	2 98			
56	10		6762	3 01	7669	3 02	8197	3 00	9252	2 98			
58	20		7066	3 01	7971	3 02	8796	2 99	9550	2 98			
				3 01		3 01		3 00		2 98			
60	0		1 607070		1 618272		1 629000		1 639848				



$$\text{Interval } \log M = \log \frac{757t}{\sqrt{2}q^2}$$

	60°		61°		62°		63°		Proportional theile		
	$\log M$	Diff 1'	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"			
0' 00"	1 682258		1 692711		1 701187		1 711601			292	291
1 10	2550	2 92	4033	2 11	3176	2 59	3890	2 58			
2 20	2812	2 92	4333	2 30	766	2 30	1175	2 58	1	29	29
3 30	3113	2 91	4613	2 31	1056	2 30	1167	2 59	2	55	58
4 40	3125	2 92	3903	2 30	1315	2 59	1736	2 59	3	88	57
5 20	3717	2 92	1191	2 31	16 5	2 30	3015	2 59	4	117	116
		2 91		2 30		2 59		387	5	116	116
10 0	1 681005	2 92	1 691151	2 31	1 701931	2 30	1 715311	2 88	6	175	175
11 10	1300	2 91	1775	2 30	5211	2 30	5633	2 58	7	201	201
12 20	1591	2 91	2065	2 31	5301	2 30	5911	2 58	8	231	233
13 0	188	2 12	5336	2 31	5791	2 30	6300	2 59	9	263	263
14 10	5171	2 91	5616	2 30	6052	2 59	6159	2 59			
15 20	5165	2 91	5936	2 30	6372	2 30	6777	2 59		300	289
		2 92		2 31		2 59		3 99	1	29	29
20 0	1 683777	2 31	1 696227	2 30	1 706661	2 30	1 717066	2 89	2	59	58
21 10	6018	2 31	1317	2 30	6951	2 59	7351	2 59	3	97	97
22 20	6310	2 31	1407	2 30	7210	2 59	7613	2 59	4	116	116
23 0	1631	2 31	7097	2 31	7520	2 30	7933	2 88	5	115	115
24 10	6922	2 31	7358	2 30	7819	2 59	8220	2 30	6	174	178
25 20	7213	2 31	7675	2 30	8108	2 59	8509	2 30	7	203	202
		2 31		2 30		2 59		2 98	8	232	231
									9	261	260
30 0	1 687501	2 32	1 697968	2 30	1 708397	2 30	1 718797	2 89			
31 10	7796	2 31	8258	2 30	8687	2 59	9056	2 89			
32 20	8087	2 31	8518	2 30	8976	2 59	9371	2 59		259	
33 0	8378	2 31	8858	2 30	9265	2 89	9663	2 59	1	29	
34 10	8669	2 31	9128	2 30	9551	2 59	1 719911	2 59	2	58	
35 20	8960	2 31	9116	2 30	1 709813	2 30	1 720210	2 59	3	96	
		2 31		2 31		2 30		2 59	4	115	
40 0	1 689221	2 31	1 699709	2 30	1 710133	2 30	1 720528	2 59	5	114	
41 10	3312	2 31	9998	2 30	0122	2 30	0917	2 89	6	173	
42 20	163833	2 31	1 700258	2 30	0711	2 30	1105	2 59	7	202	
43 0	1 690121	2 31	0378	2 30	1000	2 30	1393	2 89	8	250	
44 10	0115	2 31	0808	2 30	1299	2 59	1682	2 89	9	259	
45 20	0706	2 31	1158	2 30	1578	2 59	1970	2 89			
		2 30		2 30		2 89		2 89			
50 0	1 690996	2 31	1 701118	2 30	1 711867	2 30	1 722259	2 88			
51 10	1247	2 31	1759	2 30	2156	2 59	2517	2 88			
52 20	1578	2 31	2028	2 30	2115	2 59	2895	2 88			
53 0	1869	2 31	2317	2 30	2731	2 89	3123	2 59			
54 10	2160	2 31	2407	2 30	3023	2 59	3112	2 88			
55 20	2150	2 30	2897	2 30	3312	2 89	3700	2 88			
		2 31		2 30		2 89		2 88			
60 0	1 692711		1 703187		1 713601		1 723999				



Tafel für  $\log A = \log \frac{75}{\sqrt{2} q^2}$

J	68°		69°		70°		71°		Proportional theile	
	$\log A$	Diff 1"	$\log A$	Diff 1"	$\log A$	Diff 1"	$\log A$	Diff 1"		
0 0	1 765371	2 87	1 775699	2 86	1 786029	2 97	1 796365	2 87	286	
1 40	5058	2 87	5985	2 97	6311	2 87	6652	2 98		
3 20	5915	2 96	6272	2 87	6602	2 97	6910	2 87		
5 0	6231	2 57	6559	2 87	6999	2 99	7227	2 57		
6 40	6519	2 97	6916	2 87	7177	2 97	7511	2 97	286	
8 20	6805	2 87	7133	2 87	7161	2 87	7901	2 88		
		2 87		2 87		2 87		2 88		1 29
10 0	1 767009	2 87	1 777120	2 87	1 787751	2 97	1 798089	2 97		2 57
11 10	7379	2 97	7707	2 97	8038	2 97	8376	2 87	3 96	
13 20	7666	2 97	7991	2 97	8321	2 97	8661	2 87	1 11 1	
15 0	7959	2 97	8261	2 97	8612	2 97	8951	2 89	5 11 3	
16 10	8210	2 87	8568	2 97	8999	2 97	9288	2 97	6 17 2	
18 20	8526	2 86	8851	2 86	9186	2 87	9526	2 88	7 20 0	
		2 87		2 87		2 87		9 97	8 22 9	
									9 25 7	
20 0	1 768813	2 97	1 779111	2 97	1 789179	2 97	1 799919	2 97	297	
21 10	9100	2 87	9129	2 97	1 799760	2 97	1 800100	2 89		
23 20	9997	2 87	1 779715	2 87	1 790017	2 87	0359	2 87		
25 0	9671	2 97	1 790002	2 87	0331	2 97	0675	2 97		1 29
26 10	1 760961	2 87	0299	2 57	0621	2 88	0962	2 88	2 57	
28 20	1 770219	2 87	0376	2 87	0909	2 97	1250	2 97	8 86	
		2 87		2 87		2 97		2 97	1 11 5	
30 0	1 770535	2 87	1 780963	2 97	1 791196	2 97	1 801517	2 89	5 11 1	
31 10	0922	2 96	1150	2 97	1183	2 97	1925	2 87	6 17 2	
33 20	1109	2 97	1137	2 87	1770	2 97	2112	2 59	7 20 1	
35 0	1392	2 97	1721	2 87	2057	2 97	2300	2 87	8 23 0	
36 10	1692	2 87	2011	2 87	2311	2 87	2687	2 89	9 25 8	
38 20	1962	2 87	2298	2 87	2631	2 87	2975	2 87	288	
		2 87		2 87		2 87		2 87		
40 0	1 772216	2 97	1 782595	2 97	1 792919	2 99	1 803262	2 98		1 29
41 10	2512	2 97	2872	2 97	8206	2 97	3550	2 87		2 58
43 20	2920	2 87	3151	2 97	9193	2 97	3837	2 88	8 86	
45 0	3117	2 87	3115	2 96	3750	2 97	1121	2 88	4 11 5	
46 10	3103	2 86	3732	2 97	1007	2 97	1112	2 87	5 11 4	
48 20	3690	2 87	4019	2 87	1821	2 87	1700	2 88	6 17 8	
		2 87		2 87		2 88		2 97	7 20 2	
50 0	1 773977	2 97	1 781006	2 87	1 791612	2 87	1 801987	2 88	9 28 0	
51 10	1261	2 87	1593	2 97	1929	2 87	5276	2 97	9 25 9	
53 20	4531	2 87	1980	2 97	5216	2 87	5562	2 97		
55 0	1938	2 87	5167	2 97	5503	2 87	5850	2 88		
56 40	5122	2 87	5151	2 87	5791	2 88	6129	2 98		
58 20	5112	2 87	5711	2 87	6079	2 97	6125	2 87		
		2 87		2 87		2 87		2 89		
60 0	1 775699		1 786028		1 796365		2 806718			





Tafel für  $\log M = \log \frac{75 \, k t}{\sqrt{2 \, q^3}}$

$v$	76°		77°		78°		79°		Proportionaltheile		
	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"			
0' 0"	1 818306		1 858777		1 869286		1 879837				
1 10	8596	2 90	9068	2 91	9578	2 92	1 880131	2 91			
3 20	8887	2 91	9360	2 92	1 869871	2 93	0121	2 93			
5 0	9177	2 90	9651	2 91	1 870163	2 92	0718	2 91			
6 10	9168	2 91	1 859913	2 92	0456	2 93	1012	2 91		290	291
8 20	1 819758	2 90	1 860231	2 91	0719	2 93	1306	2 91	1	2 9	2 9
		2 91		2 92		2 92		2 91	2	5 8	5 8
10 0	1 850019	2 91	1 860526	2 91	1 871011	2 93	1 881600	2 91	3	8 7	8 7
11 40	0310	2 90	0817	2 92	1 331	2 93	1891	2 91	1	11 6	11 6
13 20	0630	2 90	1109	2 92	1627	2 93	2188	2 91	5	11 5	11 6
15 0	0920	2 90	1100	2 91	1919	2 92	2182	2 91	6	17 1	17 5
16 10	1211	2 91	1692	2 92	2212	2 93	2776	2 91	7	20 8	20 1
18 20	1502	2 91	1981	2 92	2505	2 93	3070	2 91	8	23 2	23 3
		2 90		2 91		2 93		2 91	9	26 1	26 2
20 0	1 851792	2 91	1 862275	2 92	1 872798	2 93	1 883361	2 91			
21 40	2083	2 91	2567	2 92	3091	2 93	3658	2 95		292	293
23 20	2371	2 91	2859	2 92	3381	2 93	3953	2 91			
25 0	2665	2 90	3151	2 92	3677	2 93	4217	2 91	1	2 9	2 9
26 10	2955	2 91	3113	2 91	3970	2 93	4541	2 91	2	5 8	5 9
28 20	3216	2 91	3731	2 92	4263	2 93	4835	2 91	3	8 8	8 8
		2 91		2 92		2 93		2 95	4	11 7	11 7
30 0	1 853537	2 91	1 861026	2 92	1 871556	2 93	1 885130	2 91	5	14 6	14 7
31 40	3828	2 91	1318	2 92	4819	2 93	5121	2 95	6	17 5	17 6
33 20	4119	2 91	1610	2 92	5112	2 93	5719	2 91	7	20 4	20 5
35 0	4110	2 91	4902	2 92	5135	2 93	6013	2 95	8	23 4	23 1
36 10	4701	2 91	5191	2 92	5728	2 91	6808	2 91	9	26 3	26 4
38 20	4992	2 91	5186	2 92	6022	2 93	6602	2 95			
		2 91		2 92		2 93		2 95		291	295
40 0	1 855283	2 91	1 865778	2 92	1 876315	2 93	1 886897	2 91	1	2 9	8 0
41 40	5571	2 91	6070	2 93	6608	2 91	7101	2 95	2	5 9	5 9
43 20	5865	2 91	6363	2 92	6902	2 93	7486	2 95	3	8 8	8 9
45 0	6156	2 91	6655	2 92	7195	2 93	7781	2 95	4	11 8	11 8
46 40	6447	2 91	6947	2 92	7188	2 91	8076	2 95	5	14 7	14 8
48 20	6788	2 91	7239	2 92	7782	2 93	8370	2 91	6	17 6	17 7
		2 91		2 92		2 93		2 95	7	20 6	20 7
50 0	1 857029	2 92	1 867531	2 93	1 878075	2 91	1 888665	2 95	8	23 5	23 6
51 40	7321	2 91	7821	2 92	8360	2 93	8960	2 95	9	26 5	26 6
53 20	7612	2 91	8116	2 92	8662	2 91	9255	2 95			
55 0	7903	2 91	8108	2 92	8956	2 93	9550	2 95			
56 40	8191	2 91	8701	2 93	9250	2 91	1 889815	2 95			
58 20	8186	2 92	8993	2 92	9513	2 93	1 890140	2 95			
		2 91		2 93		2 91		2 95			
60 0	1 858777		1 869286		1 879837		1 890135				

Tafel für  $\log M = \log \frac{75 kt}{\sqrt{2 q^3}}$

$v$	80°		81°		82°		83°		Proportional- theile		
	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"			
0' 0"	1 890485	2 95	1 901081	2 97	1 911789	2 99	1 922555	3 00		295	296
1 40	0730	2 95	1381	2 96	2088	2 98	2855	3 00			
3 20	1025	2 95	1677	2 97	2386	2 98	3155	3 00	1	30	30
5 0	1820	2 95	1971	2 97	2681	2 98	8155	3 00	2	59	59
6 40	1616	2 96	2271	2 97	2982	2 98	3755	3 00	8	89	89
8 20	1911	2 95	2568	2 97	8281	2 99	4055	8 00	4	118	118
		2 95		2 96		2 98		3 00	5	148	118
									6	177	178
10 0	1 892206	2 95	1 902861	2 97	1 913579	2 99	1 921355	8 01	7	207	207
11 40	2501	2 96	8161	2 97	8878	2 98	4656	3 00	8	236	237
13 20	2797	2 95	3158	2 97	4176	2 99	4956	8 00	9	266	266
15 0	8092	2 95	3755	2 97	4175	2 99	5256	3 01			
16 40	3388	2 96	4052	2 97	4773	2 98	5557	8 00			
18 20	8688	2 95	4349	2 97	5072	2 99	5857	8 00			
		2 96		2 97		2 99		3 01		297	298
									1	80	30
20 0	1 898979	2 95	1 901616	2 97	1 915871	2 99	1 926158	3 00	2	59	60
21 40	4271	2 96	4913	2 97	5670	2 98	6158	3 01	3	89	89
23 20	4570	2 96	5240	2 98	5968	2 99	6759	8 00	1	119	119
25 0	4866	2 95	5538	2 97	6267	2 99	7059	8 01	5	119	119
26 40	5161	2 96	5835	2 97	6566	2 99	7360	8 01	6	178	179
28 20	5157	2 96	6132	2 97	6865	2 99	7661	8 01	7	208	209
		2 96		2 97		2 99		3 01	8	238	238
									9	267	268
30 0	1 895758	2 96	1 906429	2 98	1 917164	2 99	1 927962	3 01			
31 40	6019	2 96	6727	2 97	7463	2 99	8268	8 00			
33 20	6345	2 95	7024	2 98	7762	3 00	8563	8 01		299	300
35 0	6640	2 96	7322	2 97	8062	2 99	8864	3 01	1	30	30
36 40	6986	2 96	7619	2 98	8361	2 99	9165	3 02	2	60	60
38 20	7232	2 96	7917	2 97	8660	2 99	9467	8 01	8	90	90
		2 96		2 97		2 99		8 01	4	120	120
40 0	1 897528	2 97	1 908214	2 98	1 918959	3 00	1 929768	3 01	5	150	150
41 40	7825	2 96	8512	2 98	9259	2 99	1 930069	3 01	6	179	180
43 20	8121	2 96	8810	2 98	9558	3 00	0870	3 01	7	209	210
45 0	8417	2 96	9108	2 97	1 919858	2 99	0671	3 01	8	239	240
46 40	8713	2 96	9405	2 98	1 920157	3 00	0973	8 02	9	269	270
48 20	9009	2 96	1 909703	2 98	0457	3 00	1274	8 01			
		2 97		2 98		2 99		8 02		801	302
50 0	1 899306	2 96	1 910001	2 98	1 920756	8 00	1 931576	8 01	1	80	30
51 40	9602	2 96	0299	2 98	1056	8 00	1877	3 02	2	60	60
53 20	1 899898	2 97	0597	2 98	1356	2 99	2179	3 01	8	90	91
55 0	1 900195	2 96	0895	2 98	1655	3 00	2480	8 02	4	120	121
56 40	0491	2 97	1193	2 98	1955	3 00	2782	8 02	5	151	151
58 20	0788	2 96	1491	2 98	2255	8 00	8084	8 01	6	181	181
		2 96		2 98					7	211	211
60 0	1 901084		1 911789		1 922555		1 933885		8	241	242
									9	271	272

$$\text{Tafel für } \log M = \log \frac{75 \lambda t}{\sqrt{2g}}$$

$v$	84°		85°		86°		87°		Proportional- theile		
	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"			
0' 0"	1 933385		1 911286		1 955260		1 966314				
1 40	3687	3 02	4589	3 03	5566	3 06	6622	3 08		303	301
3 20	3969	3 02	4893	3 01	5872	3 06	6931	3 09		30	30
5 0	4291	3 02	5197	3 01	6178	3 06	7239	3 08	1	61	61
6 40	4593	3 02	5501	3 01	6181	3 06	7517	3 08	3	91	91
8 20	4895	3 02	5805	3 01	6791	3 07	7856	3 09	1	121	122
		3 02		3 01		3 06		808	5	152	152
10 0	1 935197		1 916109		1 957097		1 968161		6	182	182
11 40	5199	3 02	6113	3 01	7103	3 06	8173	3 09	7	212	213
13 20	5801	3 02	6718	3 01	7710	3 07	8782	3 09	8	212	213
15 0	6101	3 03	7022	3 01	8016	3 06	9091	3 09	9	273	274
16 40	6106	3 02	7326	3 01	8323	3 07	9399	3 08			
18 20	6708	3 02	7631	3 05	8629	3 06	1 969708	3 09		305	306
		3 03		3 01		3 07		809	1	31	31
20 0	1 937011		1 917935		1 958936		1 970017		2	61	61
21 40	7813	3 02	8210	3 05	9213	3 07	0326	809	3	92	92
23 20	7616	3 03	8511	3 01	9519	3 06	0635	3 09	4	122	122
25 0	7918	3 02	8819	3 05	1 959856	3 07	0911	3 09	5	153	153
26 40	8221	3 03	9151	3 05	1 960163	3 07	1251	3 10	6	183	184
28 20	8521	3 03	9159	3 05	0170	3 07	1563	3 09	7	214	214
		3 02		3 01		3 07		809	8	214	215
30 0	1 938826		1 919763		1 960777		1 971872		9	275	275
31 40	9129	3 03	1 950068	3 05	1081	3 07	2182	3 10			
33 20	9132	3 03	0373	3 05	1391	3 07	2191	3 09		307	808
35 0	1 939785	3 03	0078	3 05	1698	3 07	2801	3 10			
36 40	1 910038	3 03	0983	3 05	2006	3 08	3110	3 09	1	31	81
38 20	0341	8 03	1288	8 05	2318	8 07	8120	8 10	2	61	62
		8 03		3 05		8 07		8 10	3	92	92
40 0	1 940641		1 951593		1 962620		1 973730		4	128	128
41 40	0917	3 03	1899	3 06	2928	3 08	4010	8 10	5	151	154
43 20	1261	3 01	2201	3 05	3235	3 07	4319	3 09	6	184	185
45 0	1554	8 03	2509	8 05	3518	3 08	4659	3 10	7	215	216
46 40	1857	3 03	2815	3 06	3851	3 08	4969	3 10	8	246	246
48 20	2160	3 03	3120	8 05	4158	3 07	5279	3 10	9	276	277
		3 01		3 06		3 08		8 11			
50 0	1 942464		1 953126		1 964166		1 975590			809	810
51 40	2767	3 03	3781	3 05	4774	3 08	5900	3 10	1	81	81
53 20	3071	3 01	4037	3 06	5082	3 08	6210	3 10	2	62	62
55 0	3374	3 03	4343	3 06	5390	8 08	6521	8 11	8	93	98
56 40	3678	3 01	4649	3 06	5698	3 08	6831	3 10	4	124	124
58 20	3982	3 01	4954	3 05	6006	8 08	7141	8 10	5	155	155
		8 01		8 06		3 08		8 11	6	185	186
60 0	1 944286		1 955260		1 966314		1 977452		7	216	217
									8	217	248
									9	278	279

$$\text{Tafel für } \log M = \log \frac{75 \text{ kt}}{\sqrt{2} q^4}$$

$v$	88°		89°		90°		91°		Proportional- theile			
	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"				
0' 0"	1 977152		1 988679		2 000000		2 011420					
1 40	7763	3 11	8992	3 11	0316	3 16	1739	3 19		311	312	313
3 20	8073	3 10	9305	3 13	0632	3 16	2058	3 19				
5 0	8381	3 11	9619	3 11	0918	3 16	2377	3 19	1	31	31	31
6 10	8695	3 11	1 989933	3 13	1261	3 16	2696	3 19	2	62	62	63
8 20	9006	3 11	1 990216	3 11	1580	3 16	3015	3 19	3	93	91	91
									4	124	125	125
		8 11		3 13		3 16		3 19	5	156	156	157
10 0	1 979817		1 990559		2 001896		2 013334		6	187	187	188
11 40	9628	3 11	0873	8 11	2213	3 17	3653	3 19	7	218	218	219
13 20	1 979939	3 11	1186	3 18	2529	3 16	3972	3 19	8	249	250	250
15 0	1 980250	3 11	1500	3 11	2816	3 17	4292	3 20	9	280	281	282
16 40	0561	8 11	1811	3 11	3162	3 16	4611	3 19				
18 20	0878	3 12	2128	3 11	3479	3 17	4930	3 19				
										311	315	316
		8 11		3 14		3 17		3 20	1	31	32	32
20 0	1 981181		1 992112		2 003796		2 015250		2	63	63	63
21 10	1196	3 12	2756	3 11	4112	3 16	5570	3 19	3	91	95	95
23 20	1807	8 11	3070	3 11	4429	3 17	5889	3 20	4	126	126	126
25 0	2119	8 12	3381	3 14	4716	3 17	6209	3 20	5	157	158	158
26 10	2431	3 12	3699	3 15	5063	3 17	6529	3 20	6	188	189	190
28 20	2742	3 11	4018	8 14	5380	3 17	6849	3 20	7	220	221	221
		8 12		8 14		3 17		3 20	8	251	252	253
30 0	1 988054		1 991827		2 005697		2 017169		9	283	284	284
31 40	3366	8 12	4642	3 15	6015	3 18	7189	3 20				
33 20	3678	8 12	4957	3 15	6332	3 17	7810	3 21				
35 0	3990	8 12	5271	3 11	6649	3 17	8130	3 20		317	318	319
36 40	4302	8 12	5586	3 15	6967	3 18	8450	3 20	1	32	32	32
38 20	4614	3 12	5901	3 15	7285	3 18	8771	8 21	2	68	61	61
		8 12		8 15		8 17		3 21	3	95	95	96
40 0	1 984926		1 996216		2 007602		2 019092		4	127	127	128
41 40	5289	8 13	6581	8 15	7920	3 18	9112	3 20	5	159	159	160
43 20	5551	8 12	6846	3 15	8238	3 18	2 019783	3 21	6	190	191	191
45 0	5861	8 18	7161	3 15	8556	8 18	2 020054	8 21	7	222	223	223
46 40	6176	3 12	7476	3 15	8874	3 18	0875	8 21	8	251	251	255
48 20	6489	8 18	7791	3 15	9192	3 18	0696	8 21	9	285	286	287
		8 12		8 15		8 18		8 21				
50 0	1 986801		1 998106		2 009510		2 021017			820	821	822
51 40	7114	8 18	8422	3 16	2 009828	8 18	1388	8 21	1	82	82	82
53 20	7427	3 18	8737	3 15	2 010146	8 18	1659	8 21	2	64	64	61
55 0	7710	8 18	9053	3 16	0165	8 19	1981	8 22	3	96	96	97
56 40	8053	8 18	9369	3 16	0788	8 18	2302	8 21	4	128	128	129
58 20	8366	8 18	1 099681	8 15	1102	8 19	2624	8 22	5	160	161	161
		8 13		8 16		8 18		8 21	6	192	193	193
60 0	1 988679		2 000000		2 011420		2 022945		7	224	225	225
									8	256	257	258
									9	288	289	290

Tafel für  $\log M = \log \frac{75 \lambda f}{\sqrt{2g}}$ 

$v$	92°		93°		94°		95°		Proportional theile			
	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"				
0' 0"	2 022915		2 031580		2 046330		2 056201					
1 10	3267	3 22	1905	3 21	6658	3 25	8532	3 31		323	321	325
3 20	3589	3 21	5229	3 21	6986	3 28	8861	3 32	1	32	32	33
5 0	3910	3 22	5551	3 25	7311	3 29	9195	3 31	2	65	65	65
6 10	4232	3 22	5879	3 25	7613	3 29	9527	3 32	3	97	97	98
8 20	4551	3 22	6205	3 26	7971	3 28	2 059859	3 32	4	129	130	130
		3 22		3 25		3 29		3 32	5	162	162	163
10 0	2 024876		2 036730		2 048300		2 060191		6	191	191	195
11 10	5199	3 23	6855	3 25	8628	3 28	0523	3 32	7	226	227	228
13 20	5521	3 23	7181	3 26	8957	3 29	0855	3 32	8	258	259	260
15 0	5813	3 23	7506	3 25	9286	3 29	1168	3 33	9	291	292	293
16 40	6166	3 23	7832	3 26	9615	3 29	1520	3 32				
18 20	6468	3 22	8157	3 25	2 019911	3 29	1853	3 33				
		3 23		3 26		3 29		3 32		326	327	328
20 0	2 026811		2 038183		2 050273		2 062185		1	33	33	33
21 10	7131	3 23	8809	3 26	0602	3 29	2518	3 33	2	65	65	66
23 20	7456	3 22	9135	3 26	0931	3 29	2851	3 33	3	98	98	98
25 0	7779	3 23	9461	3 26	1261	3 30	3181	3 33	4	130	131	131
26 10	8102	3 23	2 039787	3 26	1590	3 29	3517	3 33	5	163	164	164
28 20	8425	3 23	2 041011	3 27	1920	3 30	3850	3 33	6	196	196	197
		3 23		3 26		3 30		3 33	7	228	229	230
30 0	2 028718		2 040110		2 052250		2 064183		8	261	262	262
31 10	9072	3 21	0766	3 26	2579	3 29	4516	3 33	9	293	294	295
33 20	9395	3 23	1093	3 27	2909	3 30	4850	3 31				
35 0	2 029718	3 23	1119	3 26	3239	3 30	5183	3 33		329	330	331
36 40	2 030042	3 24	1716	3 27	8569	3 30	5517	3 31	1	33	33	33
38 20	0365	3 23	2073	8 27	8899	3 30	5851	8 34	2	66	66	66
		3 24		8 27		8 31		8 33	3	99	99	99
40 0	2 030689		2 042100		2 054230		2 066184		4	132	132	132
41 40	1013	3 21	2727	3 27	1560	3 30	6518	3 31	5	165	165	166
43 20	1337	3 21	3054	3 27	4891	3 31	6852	3 31	6	197	198	199
45 0	1660	3 23	3381	8 27	5221	3 30	7187	3 35	7	230	231	232
46 10	1981	3 24	3708	8 27	5552	3 31	7521	3 34	8	263	264	265
48 20	2809	3 25	4036	8 28	5888	8 31	7855	3 31	9	296	297	298
		3 21		8 27		3 30		8 34				
50 0	2 032633		2 044136		2 056213		2 068189			332	333	334
51 10	2957	3 21	1691	3 28	6511	3 31	8521	3 35	1	33	33	33
53 20	3281	3 21	5018	3 27	6875	3 31	8859	3 35	2	66	67	67
55 0	8606	3 25	5346	3 28	7207	8 32	9198	3 31	3	100	100	100
56 40	3930	3 21	5671	3 28	7538	3 31	9528	3 35	4	133	133	134
58 20	4255	3 25	6002	3 28	7869	8 31	2 069863	3 35	5	166	167	167
		3 25		8 28		3 32		8 35	6	199	200	200
60 0	2 081580		2 016330		2 058201		2 070198		7	232	233	234
									8	266	266	267
									9	299	300	301

Tafel für  $\log M = \log \frac{75 \lambda f}{\sqrt{2} q^3}$

$v$	96°		97°		98°		99°		Proportionaltheile		
	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"			
0 0"	2 070198		2 082328		2 091597		2 107011				
1 10	0583	8 35	2667	3 39	4940	3 13	7358	3 17		335	336
3 20	0868	3 35	3006	3 39	5283	3 13	7705	3 17			337
5 0	1201	3 36	3315	3 39	5626	3 13	8052	3 17	1	34	31
6 10	1539	3 35	3685	3 10	5969	3 43	8399	3 17	2	67	67
8 20	1875	3 36	4021	3 39	6312	8 43	8747	8 18	3	101	101
									4	131	134
		8 35		3 39		3 41		8 17	5	168	168
10 0	2 072210		2 081363		2 096656		2 109094		6	201	202
11 10	2516	3 36	1703	3 10	6999	3 13	9142	3 18	7	235	235
13 20	2882	3 36	5012	3 39	7313	3 41	2 109790	3 18	8	268	269
15 0	3218	3 36	5382	3 40	7687	8 14	2 110138	3 18	9	302	302
16 40	3551	3 36	5722	8 10	8031	3 41	0186	3 18			
18 20	3890	8 86	6062	3 10	8375	3 44	0884	3 48			
		3 36		3 40		8 41		8 18		338	339
20 0	2 074236		2 086102		2 098719		2 111182		1	34	34
21 40	1563	3 37	6712	3 10	9063	3 11	1530	3 48	2	68	68
23 20	1899	3 36	7083	3 11	9107	3 14	1879	8 19	3	101	102
25 0	5236	8 27	7423	8 10	2 099752	3 15	2228	3 19	4	135	136
26 40	5573	3 37	7764	3 41	2 100096	3 11	2576	3 18	5	169	170
28 20	5909	3 36	8101	3 10	0111	3 15	2925	3 19	6	203	203
		8 37		3 41		8 45		8 49	7	237	237
80 0	2 076246		2 088145		2 100786		2 113271		8	260	271
81 40	6583	8 87	8786	8 41	1130	3 11	3623	3 49	9	301	305
83 20	6920	3 27	9127	3 41	1175	3 15	3972	3 19			
85 0	7258	8 38	9468	3 11	1820	3 15	4322	3 50		311	312
86 40	7595	3 37	2 089809	3 11	2166	8 46	4671	3 19	1	34	81
88 20	7932	3 87	2 090150	3 41	2511	3 45	5021	3 50	2	68	68
		8 88		3 42		3 45		3 19	3	102	103
40 0	2 078270		2 090192		2 102856		2 115870		4	136	187
41 40	8607	8 87	0883	3 11	3202	8 16	5720	8 50	5	171	171
43 20	8915	3 38	1175	8 12	3518	8 16	6070	3 50	6	205	205
45 0	9283	8 38	1517	8 12	3894	3 16	6120	3 50	7	239	289
46 10	9621	8 38	1858	3 41	4239	3 45	6770	8 50	8	273	274
48 20	2 079959	8 88	2200	3 12	4585	3 46	7121	3 51	9	307	308
		8 88		8 12		8 47		3 50			
50 0	2 080297		2 092512		2 104982		2 117471			344	345
51 40	0635	3 38	2885	3 13	5278	8 16	7822	8 51	1	34	85
53 20	0974	8 89	3227	3 12	5621	3 46	8172	3 50	2	69	69
55 0	1812	3 88	3569	8 12	5971	3 17	8523	3 51	3	108	104
56 40	1651	8 39	8912	3 13	6317	3 16	8874	3 51	4	138	188
58 20	1989	8 38	4251	8 12	6661	3 17	9225	8 51	5	172	178
		8 39		3 48		8 47		3 51	6	206	207
60 0	2 082328		2 091597		2 107011		2 119576		7	241	242
									8	275	276
									9	310	311



Tafel für  $\log M = \log \frac{75 \text{ kt}}{\sqrt{2} q^3}$

$v$	100°		101°		102°		103°		Proportional theile		
	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"			
0' 0"	2 119576		2 132299		2 145187		2 158216		318	850	852
1 10	2 119027	3 51	2 131848	3 56	2 144736	3 60	2 157765	3 65			
3 20	2 120279	3 52	2 130397	3 56	2 143285	3 61	2 156314	3 66	1 3 5	3 5	3 5
5 0	0630	3 51	2 128946	3 56	2 141834	3 60	2 154863	3 65	2 7 0	7 0	7 0
6 10	0982	3 52	2 127495	3 56	2 140383	3 61	2 153412	3 66	3 10 1	10 5	10 6
8 20	1333	3 51	2 126044	3 56	2 138932	3 61	2 151961	3 66	4 13 9	11 0	14 1
		3 52	2 124593	3 56	2 137481	3 61	2 150510	3 66	5 17 1	17 5	17 6
10 0	2 121685	3 52	2 123142	3 57	2 136030	3 61	2 149059	3 66	6 20 9	21 0	21 1
11 40	2037	3 52	2 121691	3 56	2 134579	3 62	2 147608	3 66	7 21 1	21 5	21 6
13 20	2389	3 53	2 120240	3 57	2 133128	3 61	2 146157	3 67	8 27 8	28 0	28 2
15 0	2712	3 52	2 118789	3 57	2 131677	3 62	2 144706	3 66	9 31 3	31 5	31 7
16 10	8091	3 52	2 117338	3 57	2 130226	3 61	2 143255	3 67			
18 20	8446	3 53	2 115887	3 57	2 128775	3 62	2 141804	3 67	354	356	858
		3 53	2 114436	3 58	2 127324	3 62	2 140353	3 67	1 3 5	3 6	8 6
20 0	2 123799	3 53	2 112985	3 57	2 125873	3 62	2 138902	3 67	2 7 1	7 1	7 2
21 10	4152	3 53	2 111534	3 58	2 124422	3 63	2 137451	3 67	3 10 6	10 7	10 7
23 20	1505	3 53	2 110083	3 57	2 122971	3 63	2 136000	3 67	1 14 2	11 2	11 3
25 0	4858	3 53	2 108632	3 58	2 121520	3 62	2 134549	3 67	5 17 7	17 8	17 9
26 10	5211	3 53	2 107181	3 58	2 120069	3 63	2 133098	3 68	6 21 2	21 4	21 5
28 20	5561	3 53	2 105730	3 58	2 118618	3 63	2 131647	3 68	7 24 8	24 9	25 1
		3 53	2 104279	3 58	2 117167	3 62	2 130196	3 67	8 28 3	28 5	28 6
30 0	2 125917	3 53	2 102828	3 58	2 115716	3 63	2 128745	3 68	9 31 9	32 0	32 2
31 40	6270	3 51	2 101377	3 58	2 114265	3 63	2 127294	3 68			
33 20	6621	3 51	2 100000	3 58	2 112814	3 63	2 125843	3 68	860	362	861
35 0	6978	3 51	2 98623	3 59	2 111363	3 61	2 124392	3 68	1 8 6	8 6	8 6
36 40	7332	3 51	2 97246	3 58	2 109912	3 63	2 122941	3 69	2 7 2	7 2	7 3
38 20	7686	3 54	2 95869	3 59	2 108461	3 63	2 121490	3 68	3 10 8	10 9	10 9
		3 54	2 94492	3 59	2 107010	3 63	2 120039	3 68	4 11 1	14 5	14 6
40 0	2 128010	3 51	2 93115	3 59	2 105559	3 61	2 118588	3 69	5 18 0	18 1	18 2
41 40	8391	3 55	2 91738	3 59	2 104108	3 61	2 117137	3 69	6 21 6	21 7	21 8
43 20	8719	3 51	2 90361	3 59	2 102657	3 61	2 115686	3 69	7 25 2	25 3	25 5
45 0	9103	3 55	2 88984	3 59	2 101206	3 61	2 114235	3 69	8 28 8	29 0	29 1
46 40	9158	3 54	2 87607	3 59	2 099755	3 61	2 112784	3 69	9 32 1	32 6	32 8
48 20	2 129812	3 55	2 86230	3 60	2 098304	3 61	2 111333	3 69			
		3 55	2 84853	3 60	2 096853	3 61	2 109882	3 69	366	368	370
50 0	2 130167	3 55	2 83476	3 60	2 095402	3 65	2 108431	3 70	1 3 7	3 7	3 7
51 10	0522	3 55	2 82099	3 59	2 093951	3 61	2 106980	3 69	2 7 3	7 1	7 1
53 20	0877	3 56	2 80722	3 60	2 092500	3 65	2 105529	3 70	3 11 0	11 0	11 1
55 0	1233	3 55	2 79345	3 60	2 091049	3 65	2 104078	3 70	4 11 6	14 0	14 8
56 40	1588	3 55	2 77968	3 60	2 089598	3 65	2 102627	3 70	5 18 3	18 4	18 5
58 20	1913	3 56	2 76591	3 61	2 088147	3 65	2 101176	3 70	6 22 0	22 1	22 2
			2 75214	3 61	2 086696	3 65	2 099725	3 70	7 25 6	25 8	25 9
60 0	2 132290		2 73837		2 085245		2 098274		8 29 3	29 4	29 6
			2 72460		2 083794		2 096823		9 32 9	33 1	33 3

Tafel für  $\log M = \log \frac{75 \kappa t}{\sqrt{2} q^3}$ 

$v$	104°		105°		106°		107°		Proportional- theile			
	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"				
0' 0"	2 171181		2 181909		2 198528		2 212319					
1 40	1835	8 71	5285	3 76	8909	3 81	2736	3 87		370	372	371
3 20	2225	3 70	5661	3 76	9291	3 82	3123	3 87				3 7
5 0	2596	3 71	6037	8 76	199672	3 81	3510	8 87	1	37	37	7 5
6 40	2967	3 71	6413	3 76	200051	3 82	3898	8 86	2	71	71	11 2
8 20	3388	3 71	6789	3 76	0136	3 82	4285	3 87	3	111	112	15 0
									1	118	119	18 7
		3 71		3 76		3 81		8 88	5	185	186	22 1
10 0	2 173709		2 187165		2 200817		2 211673		6	222	223	26 2
11 40	4080	3 71	7512	3 77	1200	3 83	5061	3 88	7	259	260	29 9
13 20	4451	3 71	7919	3 77	1582	3 82	5419	3 88	8	296	298	33 7
15 0	4823	8 72	8295	8 76	1961	3 82	5887	8 88	9	333	335	
16 40	5195	3 72	8672	3 77	2317	3 83	6226	3 89				
18 20	5566	8 71	9050	8 78	2730	3 83	6614	8 88				
										376	378	380
		8 72		3 77		3 82		3 89	1	38	38	3 8
20 0	2 175938		2 189127		2 203112		2 217003		2	75	76	7 6
21 40	6310	3 72	2 189801	3 77	3195	3 83	7392	3 89	3	113	113	11 1
23 20	6688	3 73	2 190182	8 78	3879	3 81	7781	3 89	4	150	151	15 2
25 0	7055	3 72	0560	3 78	1262	3 83	8170	3 89	5	188	189	19 0
26 40	7426	8 78	0938	3 78	1645	3 83	8559	3 89	6	226	227	22 8
28 20	7800	3 72	1816	3 78	5029	3 84	8949	3 90	7	263	265	26 6
									8	301	302	30 1
		8 78		8 78		3 84		8 89	0	338	340	31 2
80 0	2 108178		2 191691		2 205418		2 219888					
81 40	8546	8 78	2072	3 78	5797	3 84	2 219728	3 90				
83 20	8919	8 78	2151	8 79	6181	3 84	2 220118	3 90				
85 0	9292	8 73	2830	3 79	6565	8 81	0508	3 90		382	384	386
86 40	2 179666	3 74	8208	3 78	6950	3 85	0899	8 91	1	38	38	3 0
88 20	2 180089	8 78	8587	8 79	7385	3 85	1289	3 90	2	76	77	7 7
									8	115	115	11 6
		8 74		8 79		3 81		8 91	4	158	154	15 1
40 0	2 180113		2 198966		2 207719		2 221680		5	191	192	19 3
41 40	0787	8 74	4846	8 80	8104	3 87	2071	8 91	6	229	230	23 2
43 20	1161	3 74	4725	8 79	8489	3 85	2462	3 91	7	267	269	27 0
45 0	1585	3 71	5105	8 80	8875	3 86	2858	8 91	8	306	307	30 9
46 40	1909	8 74	5485	3 80	9260	3 85	3241	8 91	9	344	346	34 7
48 20	2283	8 74	5864	3 79	2 209646	3 86	8636	3 92				
		3 75		8 81		8 85		8 91		988	890	392
50 0	2 182658		2 196215		2 210031		2 224027					
51 40	8038	3 75	6625	3 80	0117	3 86	4119	3 92	1	39	89	3 9
53 20	8408	3 75	7005	8 80	0803	3 86	4811	3 92	2	78	78	7 8
55 0	8788	8 75	7886	3 81	1190	8 87	5203	3 92	3	116	117	11 8
56 40	4158	3 75	7766	3 80	1576	3 86	5596	3 93	4	155	156	15 7
58 20	4531	8 76	8147	8 81	1968	8 87	5988	3 92	5	194	195	19 6
									6	238	284	23 5
		8 75		8 81		8 86		8 93	7	272	273	27 4
60 0	2 181909		2 198528		2 212849		2 226881		8	810	812	81 4
									9	849	851	85 8

$$\text{Tafel für } \log M = \log \frac{75 \, \text{kt}}{\sqrt{2 \, q^1}}$$

$v$	108°		109°		110°		111°		Proportional- theile			
	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"				
0' 0"	2 226381		2 210631		2 255110		2 269826					
1 10	0771	3 93	1030	3 99	5515	1 05	2 270336	1 12		391	397	100
3 20	7167	3 93	1130	1 00	5921	1 06	0650	1 12				
5 0	7560	3 93	1829	3 99	6327	1 06	1063	1 13	1	39	10	10
6 10	7933	3 93	2229	1 00	6733	1 06	1176	1 13	2	79	79	80
8 20	8317	3 91	2629	1 00	7139	1 06	1889	1 13	3	118	119	120
									1	158	159	160
		3 91		3 99		1 07		1 13	5	197	199	200
10 0	2 228711		2 213028		2 257516		2 272302		6	236	238	210
11 10	9131	3 93	3128	1 00	7952	1 06	2715	1 13	7	276	278	280
13 20	9528	3 91	3829	1 01	8359	1 07	3129	1 11	8	315	318	320
15 0	2 227923	3 95	1229	1 00	8766	1 07	3513	1 11	9	355	357	360
16 40	2 280317	3 91	1630	4 01	9173	1 07	3957	1 11				
18 20	0712	3 95	5031	1 01	9581	1 08	1371	1 11				
		3 91		1 01		1 07		1 11	1	103	106	109
20 0	2 231106		2 215132		2 259988		2 271785		2	10	11	11
21 10	1501	3 95	5833	1 01	2 260396	1 08	5200	1 15	3	81	81	82
23 20	1896	3 95	6231	1 01	0801	1 08	5611	1 11	4	121	122	123
25 0	2292	3 96	6636	4 02	1212	1 08	6029	1 15	5	161	162	161
26 10	2687	3 95	7038	1 02	1620	1 08	6411	1 15	6	202	203	205
28 20	3082	3 95	7410	4 02	2029	4 09	6860	1 16	7	242	241	245
		3 96		4 02		1 08		1 15	8	282	284	286
30 0	2 288178		2 217812		2 262137		2 277275		9	322	325	327
31 10	3871	3 96	8211	1 02	2816	4 09	7691	1 16		363	365	368
33 20	1270	3 96	8616	4 02	3255	4 09	8107	4 16				
35 0	1667	3 97	9019	1 03	3665	4 10	8523	4 16		112	115	118
36 40	5063	3 96	9452	1 03	4071	1 09	8939	4 16	1	41	42	42
38 20	5460	3 97	2 219855	1 03	4484	4 10	9356	1 17	2	82	82	84
		3 96		4 08		4 09		4 16	3	121	125	125
40 0	2 285856		2 250258		2 264893		2 279772		4	165	166	167
41 40	6253	3 97	0661	1 03	5803	4 10	2 280189	4 17	5	206	208	209
43 20	6650	3 97	1065	4 01	5714	4 11	0606	4 17	6	247	249	251
45 0	7018	3 98	1168	1 03	6121	4 10	1024	1 18	7	288	291	293
46 40	7145	3 97	1872	1 01	6531	4 10	1411	4 17	8	330	332	334
48 20	7818	3 98	2276	1 04	6915	4 11	1859	4 18	9	371	371	376
		3 98		4 75		4 11		4 18				
50 0	2 238211		2 252681		2 267356		2 282277			421	421	427
51 40	8639	3 98	3085	1 01	7767	1 11	2695	1 18	1	42	42	43
53 20	9037	3 98	3190	1 05	8178	1 11	3113	1 18	2	81	85	85
55 0	9435	3 98	3891	1 01	8590	4 12	3531	1 18	3	126	127	128
56 40	2 239831	3 99	4299	4 05	9002	1 12	3950	1 19	4	168	170	171
58 20	2 240233	3 99	4705	1 06	9413	4 11	1369	1 19	5	211	212	211
		3 98		4 05		4 13		1 19	6	253	254	256
60 0	2 210631		2 255110		2 269826		2 284788		7	295	297	299
									8	337	339	312
									9	379	382	384

$$\text{Tafel für } \log M = \log \frac{75 \lambda t}{\sqrt{2 q^3}}$$

$\nu$	112°		113°		114°		115°		Proportionale- theile			
	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"				
0' 0"	2 284788		2 300007		2 315493		2 331256					
1 10	5207	4 19	0133	4 26	5927	1 31	1698	1 12	118	121	121	
3 20	5626	4 19	0860	1 27	6361	1 31	2111	1 13				1 2
5 0	6046	1 20	1287	4 27	6796	4 35	2563	4 12	1	4 2	1 2	4 5
6 10	6468	4 20	1711	1 27	7230	4 31	3026	1 13	2	8 1	8 4	12 7
8 20	6886	1 20	2111	1 27	7665	3 35	3468	1 12	3	12 5	12 3	17 0
		4 20		1 28		1 35		4 11	4	16 7	16 8	21 2
10 0	2 287306		2 302569		2 318100		2 333912		5	20 9	21 1	25 1
11 40	7727	4 21	2997	1 28	8536	1 36	1355	1 13	6	25 1	25 3	29 7
13 20	8117	4 20	3125	1 28	8971	1 35	1798	1 13	7	29 9	29 5	33 9
15 0	8568	1 21	3853	1 28	9107	1 36	5212	1 11	8	33 1	33 7	38 2
16 10	8989	4 21	4281	1 28	2 319813	1 36	5686	4 14	9	37 6	37 9	
18 20	9110	4 21	4710	1 29	2 320279	4 36	6130	4 14				
		1 22		1 29		4 37		1 15		427	430	433
20 0	2 289832		2 305139		2 320716		2 336575		1	4 3	4 3	4 3
21 40	2 290253	1 21	5568	1 29	1153	1 37	7019	1 11	2	8 5	8 6	8 7
23 20	0675	1 22	5997	1 29	1589	1 36	7161	1 45	3	12 8	12 9	13 0
25 0	1097	1 22	6426	1 29	2027	1 38	7909	1 15	4	17 1	17 2	17 3
26 10	1520	4 23	6856	1 30	2161	1 37	8355	1 16	5	21 1	21 5	21 7
28 20	1912	4 22	7286	1 30	2901	1 37	8800	1 15	6	25 6	25 8	26 0
		4 23		1 30		4 38		1 16	7	29 9	30 1	30 3
30 0	2 292365		2 307716		2 323339		2 339216		8	31 2	31 4	31 6
31 10	2787	1 22	8146	4 30	3777	1 38	2 339692	1 16	9	38 1	38 7	39 0
33 20	3210	4 23	8576	1 30	1215	1 38	2 340138	4 16				
35 0	3634	1 24	9007	4 31	1651	4 39	0585	4 47		436	139	4 12
36 40	4057	4 28	9138	4 31	5092	4 38	1081	4 16	1	4 4	4 4	1 4
38 20	4481	4 21	2 309869	4 31	5531	4 39	1478	4 17	2	8 7	8 8	8 8
		4 24		4 31		1 39		4 18	3	13 1	13 2	13 3
40 0	2 294905		2 310300		2 325970		2 341926		4	17 4	17 6	17 7
41 10	5329	1 24	0782	4 32	6110	4 10	2373	1 17	5	21 8	22 0	22 1
43 20	5758	4 24	1164	1 32	6819	1 39	2820	4 17	6	26 2	26 3	26 5
45 0	6177	4 24	1598	4 32	7289	4 10	3268	4 18	7	30 5	30 7	30 9
46 40	6602	4 25	2028	1 32	7729	1 10	3716	4 18	8	31 9	35 1	35 1
48 20	7027	4 25	2160	4 32	8169	4 10	4165	1 19	9	39 2	39 5	39 8
		4 25		4 38		4 40		4 18				
50 0	2 297452		2 312893		2 328600		2 344613			445	448	451
51 40	7877	4 25	3826	4 33	9050	4 41	5082	4 40	1	4 5	4 5	4 5
53 20	8308	4 26	3759	4 33	9491	4 11	5511	4 10	2	8 9	9 0	9 0
55 0	8728	4 25	1192	1 33	2 329932	1 11	5960	1 19	3	13 1	13 4	13 5
56 10	9154	4 26	1625	1 33	2 330373	4 11	6410	4 50	4	17 8	17 9	18 0
58 20	2 299580	4 26	5059	4 31	0815	4 42	6859	4 19	5	22 3	22 4	22 6
		4 27		4 34		4 41		4 50	6	26 7	26 9	27 1
60 0	2 300007		2 315198		2 331256		2 347309		7	31 2	31 4	31 6
									8	35 6	35 8	36 1
									9	40 1	40 3	40 6

Tafel für  $\log M = \log \frac{75 k t}{\sqrt{2 q^3}}$

$v$	116°		117°		118°		119°		Proportionaltheile			
	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1'	$\log M$	Diff 1"				
0' 0"	2 817309		2 363663		2 380329		2 397321					
1 10	7759	1 50	1121	4 58	0797	1 68	7798	1 77	151	457	160	
3 20	8210	1 51	1580	1 59	1261	1 67	8275	1 77	15	46	16	
5 0	8660	4 50	5039	1 59	1732	1 68	8752	1 77	91	91	92	
6 40	9111	4 51	5199	1 60	2201	1 69	9230	1 78	136	137	138	
8 20	2 319562	1 51	5958	1 59	2669	1 68	2 399708	1 78	182	183	184	
		4 52		1 60		1 69		1 78	227	229	230	
10 0	2 350011		2 366118		2 383138		2 400186		272	271	276	
11 10	0165	1 51	6878	1 60	3607	1 69	0661	1 78	318	320	322	
18 20	0917	1 52	7339	1 61	1076	1 69	1113	1 79	363	366	368	
15 0	1869	4 52	7799	1 60	1516	1 70	1621	1 78	409	111	111	
16 40	1821	1 52	8260	4 61	5016	4 70	2101	1 80				
18 20	2271	4 53	8721	1 61	5186	1 70	2580	4 79				
		1 52		1 62		1 70		1 80	163	166	169	
20 0	2 352726		2 369183		2 385956		2 403060		16	47	17	
21 40	3179	4 53	2 369611	1 61	6127	1 71	3510	1 80	93	93	91	
23 20	3633	1 51	2 370106	1 62	6898	1 71	1020	1 80	139	110	111	
25 0	1086	4 53	0568	1 62	7369	1 71	1500	1 80	185	186	188	
26 10	1510	1 51	1031	4 63	7810	1 71	1981	1 81	232	233	235	
28 20	4991	1 51	1193	1 62	8312	1 72	5162	1 81	278	280	281	
		1 51		4 63		4 72		1 81	321	326	328	
30 0	2 355448		2 371956		2 388781		2 405913		370	373	375	
31 10	5902	4 51	2119	4 63	9256	4 72	6125	1 82	417	419	422	
33 20	6357	1 55	2882	1 63	2 389728	1 72	6907	1 82				
35 0	6811	4 51	3316	4 61	2 390201	1 73	7389	4 82	472	475	478	
36 40	7267	4 56	3810	1 64	0674	1 73	7871	1 82	47	48	48	
38 20	7722	1 55	1274	1 61	1117	4 78	8351	4 83	94	95	96	
		4 55		4 61		4 73		4 82	112	143	118	
40 0	2 358177		2 371738		2 391620		2 408836		189	190	191	
11 40	8633	4 56	5203	1 65	2091	4 71	9320	1 84	236	238	239	
43 20	9089	4 56	5667	1 61	2568	1 71	2 409808	1 83	283	285	287	
45 0	2 859515	4 56	6132	1 65	3012	1 71	2 410287	1 81	380	338	335	
46 40	2 860002	4 57	6598	1 66	3516	1 71	0771	4 81	378	380	382	
48 20	0459	4 57	7063	1 65	3991	4 75	1255	1 81	425	128	430	
		4 57		1 66		1 75		1 84				
50 0	2 860916		2 877520		2 391166		2 411739		481	481	487	
51 40	1878	1 57	7995	1 66	1911	1 75	2221	4 85	18	18	19	
53 20	1830	4 57	8161	1 66	5117	4 76	2709	1 85	96	97	97	
55 0	2288	4 58	8928	1 67	5892	1 75	3191	1 85	141	115	116	
56 40	2746	4 58	9395	4 67	6368	4 76	3680	4 86	192	191	195	
58 20	3201	4 58	2 379862	1 67	6815	4 77	1166	4 86	241	212	241	
		4 59		4 67		4 76		4 86	280	200	202	
60 0	2 868663		2 380329		2 397321		2 411652		337	339	341	
									385	387	390	
									483	486	438	

Tafel für  $\log M = \log \frac{75 \lambda t}{\sqrt{2} q^2}$

$v$	120°		121°		122°		123°		Proportional theile			
	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"				
0' 0"	2 414652		2 432330		2 450387		2 468821					
1 10	5138	1 86	2832	1 96	0894	5 07	9336	5 17		167	490	193
3 20	5625	1 87	3329	1 97	1101	5 07	2 169856	5 18	1	19	19	19
5 0	6112	1 87	3826	1 97	1908	5 07	2 170371	5 18	2	97	98	99
6 10	6599	1 87	4322	1 97	2416	5 08	0893	5 19	3	146	117	118
8 20	7087	1 88	4820	1 98	2921	5 08	1112	5 19	4	195	196	197
		1 87		1 98		5 08		5 19	5	241	215	217
10 0	2 117571		2 135318		2 153132		2 171931		6	292	291	296
11 40	8062	4 88	5816	1 98	3911	5 09	2151	5 20	7	311	313	315
13 20	8551	4 89	6315	1 99	4420	5 09	2971	5 20	8	390	392	391
15 0	9039	1 88	6813	1 98	4929	5 09	3191	5 20	9	438	111	111
16 10	2 119528		7312	1 99	5438	5 09	4011	5 20				
18 20	2 120017		7812	5 00	5948	5 10	4532	5 21				
		1 90		1 09		5 10		5 21	1	50	50	50
20 0	2 120507		2 138311		2 156188		2 175053		2	99	100	100
21 10	0096	1 89	8311	5 00	6498	5 10	5571	5 21	3	119	150	151
23 20	1186	1 90	9311	5 00	7509	5 11	6096	5 22	4	198	200	201
25 0	1976	1 90	2 139811	5 00	8020	5 11	6618	5 22	5	248	250	251
26 10	2167	4 91	2 110312	5 01	8531	5 11	7140	5 22	6	298	299	301
28 20	2956	4 91	0813	5 01	9043	5 12	7663	5 23	7	347	349	351
		1 91		5 01		5 12		5 23	8	397	399	402
30 0	2 428419		2 441814		2 459555		2 478186		9	446	449	452
31 10	3940	4 91	1816	5 02	2 460067	5 12	8709	5 23				
33 20	4432	4 92	2318	5 02	0580	5 13	9283	5 24		505	508	511
35 0	4921	4 92	2820	5 02	1092	5 12	2 479757	5 24	1	51	51	51
36 40	5416	4 92	3322	5 02	1605	5 13	2 480281	5 24	2	101	102	102
38 20	5908	4 92	3825	5 03	2119	5 14	0805	5 24	3	152	152	153
		4 93		5 03		5 14		5 25	4	202	203	204
40 0	2 426401		2 444228		2 462683		2 481880		5	253	254	256
41 40	6891	4 93	1831	5 03	8117	5 14	1855	5 25	6	303	305	307
43 20	7387	4 93	5885	5 01	8661	5 14	2381	5 26	7	351	356	358
45 0	7881	4 94	5839	5 04	4175	5 11	2907	5 26	8	404	406	409
46 40	8375	4 91	6348	5 01	4690	5 15	8133	5 26	9	455	157	160
48 20	8869	4 91	6847	5 04	5206	5 16	8959	5 26				
		4 94		5 05		5 16		5 27		514	517	520
50 0	2 129363		2 417852		2 465721		2 481186		1	51	52	52
51 40	2 129858		7857	5 05	6237	5 16	5013	5 27	2	108	103	101
53 20	2 130353		8368	5 06	6753	5 16	5510	5 27	3	151	155	156
55 0	0848	4 95	8868	5 05	7269	5 16	6068	5 28	4	200	207	208
56 40	1341	4 96	9371	5 06	7786	5 17	6596	5 28	5	257	259	260
58 20	1840	4 96	2 419880	5 06	8308	5 17	7124	5 28	6	308	310	312
		4 96		5 07		5 18		5 29	7	360	362	364
60 0	2 132336		2 150387		2 168821		2 487653		8	411	414	416
									9	468	465	468

Tafel für  $\log M = \log \frac{75 \lambda t}{\sqrt{2} q^3}$

v	121°		125°		126°		127°		Proportionaltheile			
	log M	Diff 1"	log M	Diff 1"	log M	Diff 1"	log M	Diff 1"				
0' 0"	2 487653	5 29	2 506901	5 41	2 526581	5 53	2 546714	5 65		525	530	535
1 40	8182	5 29	7111	5 12	7131	5 51	7279	5 67				
3 20	8711	5 30	7983	5 11	7688	5 51	7816	5 66	1	5 3	5 3	5 4
5 0	9211	5 30	8521	5 12	8212	5 51	8112	5 67	2	10 5	10 6	10 7
6 10	2 189771	5 30	9066	5 12	8796	5 51	8979	5 67	3	15 8	15 9	16 1
8 20	2 190301	5 31	2 509608	5 12	9350	5 51	2 519516	5 67	4	21 0	21 2	21 1
		5 31		5 12		5 53		5 68	5	26 3	26 5	26 8
10 0	2 190832	5 30	2 510150	5 13	2 529905	5 53	2 550111	5 68	6	31 5	31 8	32 1
11 40	1362	5 32	0693	5 13	2 530160	5 56	0682	5 69	7	36 8	37 1	37 5
13 20	1891	5 31	1236	5 11	1016	5 55	1251	5 68	8	12 0	12 1	12 8
15 0	2125	5 32	1760	5 13	1571	5 57	1819	5 70	9	17 3	17 7	18 2
16 10	2977	5 32	2323	5 11	2128	5 56	2389	5 69				
18 20	3189	5 33	2867	5 45	2681	5 57	2958	5 70		510	515	550
		5 33		5 45		5 57		5 70	1	5 1	5 5	5 5
20 0	2 194022	5 33	2 513112	5 15	2 533211	5 57	2 553528	5 70	2	10 8	10 9	11 0
21 40	4555	5 33	3957	5 45	3798	5 58	4098	5 71	3	16 2	16 1	16 5
23 20	5088	5 33	1502	5 15	4356	5 58	1669	5 71	4	21 6	21 8	22 0
25 0	5621	5 31	5017	5 16	4911	5 58	5210	5 71	5	27 0	27 3	27 5
26 40	6155	5 31	5593	5 16	5172	5 59	5811	5 72	6	32 1	32 7	33 0
28 20	6689	5 35	6139	5 47	6031	5 59	6383	5 72	7	37 8	38 2	38 5
		5 35		5 47		5 59		5 72	8	13 2	13 6	14 0
30 0	2 497224	5 35	2 516686	5 47	2 536590	5 59	2 556955	5 72	9	18 6	19 1	19 5
31 40	7759	5 35	7233	5 17	7119	5 60	7527	5 73				
33 20	8291	5 35	7780	5 17	7709	5 60	8100	5 71		555	560	565
35 0	8820	5 36	8327	5 48	8269	5 61	8671	5 73	1	5 6	5 6	5 7
36 40	9365	5 36	8875	5 48	8830	5 60	9217	5 74	2	11 1	11 2	11 8
38 20	2 199901	5 37	9123	5 49	9390	5 61	2 559821	5 71	3	16 7	16 8	17 0
		5 37		5 49		5 61		5 71	4	22 2	22 4	22 6
40 0	2 500438	5 36	2 519972	5 19	2 539951	5 62	2 560305	5 75	5	27 8	28 0	28 8
41 40	0974	5 37	2 520521	5 19	2 510513	5 62	0970	5 75	6	38 3	38 6	38 9
43 20	1511	5 38	1070	5 50	1075	5 62	1515	5 76	7	38 9	39 2	39 6
45 0	2019	5 38	1620	5 50	1637	5 63	2121	5 75	8	41 1	41 8	45 2
46 40	2587	5 38	2170	5 50	2200	5 63	2696	5 77	9	50 0	50 4	50 9
48 20	3125	5 38	2720	5 50	2763	5 63	3273	5 76				
		5 38		5 50		5 63		5 76		570	575	580
50 0	2 503663	5 39	2 523270	5 51	2 543826	5 61	2 563819	5 77	1	5 7	5 8	5 8
51 40	4202	5 39	3821	5 52	3890	5 61	1126	5 78	2	11 1	11 5	11 6
53 20	4741	5 39	4373	5 51	4151	5 61	5001	5 77	3	17 1	17 3	17 4
55 0	5280	5 40	4924	5 52	5018	5 65	5581	5 78	4	22 8	23 0	23 2
56 40	5820	5 40	5176	5 53	5583	5 65	6159	5 79	5	28 5	28 8	29 0
58 20	6360	5 41	6029	5 52	6148	5 66	6738	5 79	6	34 2	34 5	34 8
		5 41		5 52		5 66		5 79	7	39 9	40 8	40 6
60 0	2 506901		2 526581		2 546714		2 567317		8	45 6	46 0	46 4
									9	51 8	51 8	52 2



Tafel für  $\log M = \log \frac{75 k t}{\sqrt{2 q^3}}$

$v$	128°		129°		130°		131°		Proportional theile		
	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"			
0' 0"	2 567317		2 588411		2 610019		2 632162				
1 10	7896	5 79	9001	5 98	0627	6 08	2785	6 23	580	585	590
3 20	8175	5 79	2 589598	5 91	1235	6 08	3409	6 21	1	5 8	5 9
5 0	9055	5 80	2 590192	5 91	1813	6 08	4033	6 21	2	11 6	11 7
6 40	2 569636	5 81	0786	5 91	2152	6 09	4657	6 21	3	17 1	17 6
8 20	2 570217	5 81	1381	5 95	3062	6 10	5282	6 25	4	23 2	23 4
		5 81		5 95		6 10		6 25	5	29 0	29 3
10 0	2 570798		2 591976		2 613672		2 635907		6	31 8	35 1
11 40	1379	5 81	2572	5 96	4282	6 10	6532	6 25	7	10 6	41 0
13 20	1961	5 82	3168	5 96	4892	6 10	7158	6 26	8	16 1	46 8
15 0	2513	5 82	3764	5 96	5501	6 12	7785	6 27	9	52 2	52 7
16 40	3126	5 83	4361	5 97	6115	6 11	8412	6 27			53 1
18 20	3709	5 83	4958	5 97	6727	6 12	9039	6 27			
		5 84		5 98		6 12		6 28	1	595	600
20 0	2 574293		2 595556		2 617839		2 639667		2	6 0	6 0
21 40	4876	5 83	6154	5 98	7952	6 18	2 610295	6 28	3	11 9	12 0
23 20	5161	5 85	6752	5 98	8565	6 13	0923	6 28	4	17 9	18 0
25 0	6015	5 81	7351	5 99	9179	6 11	1553	6 30	5	23 8	21 0
26 40	6630	5 85	7950	5 99	2 619793	6 14	2182	6 29	6	29 8	30 0
28 20	7215	5 85	8519	5 99	2 620107	6 14	2812	6 30	7	35 7	36 0
		5 86		6 00		6 15		6 30	8	41 7	42 0
30 0	2 577801		2 599149		2 621022		2 643142		9	47 0	48 0
31 40	8887	5 86	2 599750	6 01	1687	6 15	4073	6 31		53 6	54 0
33 20	8974	5 87	2 600351	6 01	2253	6 16	4705	6 32	1	6 1	6 2
35 0	2 579561	5 87	0962	6 01	2869	6 16	5336	6 31	2	12 2	12 3
36 40	2 580148	5 87	1553	6 01	3486	6 17	5968	6 32	3	18 3	18 5
38 20	0736	5 88	2155	6 02	4108	6 17	6601	6 33	4	21 4	24 6
		5 88		6 03		6 17		6 33	5	24 8	24 8
40 0	2 581824		2 602758		2 624720		2 647234		6	30 5	30 8
41 40	1912	5 88	8361	6 03	5838	6 18	7868	6 34	7	36 6	36 9
43 20	2501	5 89	3961	6 03	5956	6 18	8502	6 31	8	42 7	43 1
45 0	3090	5 89	4568	6 04	6575	6 19	9136	6 81	9	48 8	49 2
46 40	3680	5 90	5172	6 04	7191	6 19	2 619771	6 85		51 9	55 8
48 20	4270	5 90	5776	6 04	7814	6 20	2 650406	6 85			
		5 90		6 05		6 19		6 86			
50 0	2 581860		2 600381		2 628188		2 651012			625	630
51 40	5151	5 91	6986	6 05	9051	6 21	1678	6 86	1	63	6 4
53 20	6012	5 91	7592	6 06	2 629675	6 21	2815	6 87	2	12 5	12 6
55 0	6684	5 92	8198	6 06	2 630296	6 21	2952	6 37	3	18 8	18 9
56 40	7226	5 92	8805	6 07	0918	6 22	3589	6 37	4	25 0	25 2
58 20	7818	5 92	2 609411	6 06	1540	6 22	4227	6 88	5	31 3	31 5
		5 93		6 08		6 22		6 89	6	37 5	37 8
60 0	2 588411		2 610019		2 632162		2 654866		7	43 8	44 1
									8	50 0	50 4
									9	56 8	56 7

$$\text{Tafel für } \log M = \log \frac{75 \text{ kt}}{\sqrt{2} q^2}$$

$\nu$	132°		133°		131°		135°		Proportional- theile			
	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"				
0' 0"	2 651866		2 678155		2 702056		2 726599					
1 40	5505	6 39	8810	6 55	2729	6 73	7290	6 91		610	615	650
3 20	6111	6 39	2 679166	6 56	3103	6 71	7982	6 92	1	61	65	65
5 0	6784	6 40	2 680123	6 57	4077	6 71	8671	6 92	2	128	129	130
6 40	7121	6 40	0780	6 57	4751	6 71	2 729367	6 93	3	192	191	195
8 20	8065	6 41	1437	6 57	5126	6 75	2 730060	6 93	4	256	258	260
		6 41		6 58		6 75		6 91	5	320	323	325
10 0	2 658706	6 41	2 682095	6 58	2 706101	6 76	2 730751	6 91	6	384	387	390
11 40	9317	6 43	2753	6 59	6777	6 77	1118	6 91	7	118	152	455
13 20	2 659990	6 43	3112	6 60	7151	6 77	2113	6 95	8	512	516	520
15 0	2 660632	6 43	1072	6 60	8131	6 77	2838	6 95	9	576	581	585
16 40	1275	6 43	1731	6 61	8808	6 77	3531	6 96				
18 20	1919	6 41	5392	6 61	2 709186	6 68	4231	6 97				
		6 43		6 60		6 79		8 97	1	665	660	665
20 0	2 662562	6 45	2 686052	6 62	2 710165	6 78	2 731928	6 97	2	66	66	67
21 40	3207	6 45	6711	6 61	0813	6 80	5625	6 97	3	131	132	133
23 20	3852	6 45	7375	6 63	1523	6 80	6333	6 98	4	197	198	200
25 0	4197	6 46	8038	6 62	2203	6 80	7022	6 99	5	262	261	266
26 40	5113	6 46	8700	6 61	2883	6 81	7721	6 99	6	328	330	333
28 20	5789	6 46	2 689364	6 63	8561	6 82	8120	7 00	7	398	396	399
		6 46		6 63		6 82		7 00	8	459	462	466
30 0	2 666135	6 48	2 690027	6 61	2 714216	6 82	2 739120	7 01	9	521	528	532
31 40	7088	6 48	0691	6 65	4928	6 82	2 739821	7 01	9	590	591	599
33 20	7730	6 48	1356	6 65	5610	6 83	2 710522	7 02				
35 0	8378	6 49	2021	6 66	6293	6 81	1221	7 02	1	670	680	690
36 40	9027	6 49	2687	6 66	6977	6 81	1926	7 03	2	67	68	69
38 20	2 669670	6 49	8353	6 66	7661	6 81	2629	7 03	3	131	136	138
		6 49		6 66		6 81		7 03	4	201	204	207
40 0	2 670325	6 50	2 691019	6 67	2 718345	6 85	2 743332	7 01	5	268	272	276
41 40	0975	6 50	4686	6 68	9030	6 86	4036	7 01	6	335	340	345
43 20	1625	6 51	5351	6 68	2 719716	6 86	4710	7 01	7	402	408	414
45 0	2276	6 51	6022	6 68	2 720102	6 86	5115	7 05	8	169	476	183
46 40	2927	6 51	6690	6 68	1088	6 86	6151	7 06	9	536	514	552
48 20	3579	6 52	7359	6 69	1775	6 87	6857	7 06	0	603	612	621
		6 52		6 70		6 88		7 06				
50 0	2 674231	6 53	2 698029	6 70	2 722463	6 88	2 717568	7 07	1	700	710	720
51 40	4881	6 53	8699	6 70	3151	6 89	8270	7 07	2	70	71	72
53 20	5537	6 54	2 699369	6 71	8810	6 89	8978	7 08	3	140	142	144
55 0	6191	6 54	2 700010	6 72	1529	6 89	2 719686	7 08	4	210	213	216
56 40	6815	6 55	0712	6 72	5218	6 89	2 750395	7 09	5	280	281	288
58 20	7500	6 55	1381	6 72	5908	6 90	1101	7 09	6	350	355	360
		6 55		6 72		6 91		7 10	7	420	426	432
60 0	2 678155		2 702056		2 726599		2 751814		8	490	497	504
									9	560	568	576
										680	689	698

Tafel für  $\log M = \log \frac{75 \text{ kt}}{\sqrt{2 q^3}}$

$v$	136°		187°		188°		139°		Proportional theile			
	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"				
0' 0"	2 751811		2 777732		2 801390		2 831822					
1 10	2521	7 10	8168	7 31	5141	7 51	2596	7 71		710	720	730
3 20	3235	7 11	9191	7 31	5893	7 52	3370	7 71	1	71	72	73
5 0	3916	7 11	2 779925	7 31	6615	7 52	4115	7 75	2	112	111	116
6 10	1658	7 12	2 780657	7 32	7398	7 53	4920	7 75	3	213	216	219
8 20	5371	7 13	1390	7 33	8152	7 51	5696	7 76	1	281	288	292
		7 13		7 33		7 55		7 77	5	355	360	365
10 0	2 756081		2 782123		2 808907		2 836173		6	126	132	138
11 40	6797	7 13	2857	7 31	2 809662	7 55	7250	7 77	7	197	501	511
13 20	7511	7 11	3591	7 31	2 810117	7 56	8028	7 78	8	568	576	581
15 0	8226	7 15	4326	7 35	1173	7 57	8806	7 79	9	639	618	657
16 10	8911	7 15	5061	7 35	1930	7 57	2 839585	7 79				
18 20	2 759657	7 16	5797	7 36	2688	7 58	2 810365	7 80		710	750	760
		7 16		7 37		7 58		7 81	1	74	75	76
20 0	2 760373		2 786531		2 813116		2 811116		2	118	150	152
21 10	1090	7 17	7271	7 37	4201	7 58	1927	7 81	3	222	225	228
23 20	1808	7 18	8009	7 38	4963	7 59	2709	7 82	1	296	300	304
25 0	2526	7 18	8748	7 39	5723	7 60	3191	7 82	5	370	375	380
26 10	3211	7 18	2 789187	7 80	6181	7 61	4271	7 83	6	411	150	456
28 20	3963	7 19	2 790226	7 39	7215	7 61	5058	7 81	7	518	525	582
		7 20		7 40		7 62		7 81	8	592	600	608
80 0	2 764683		2 790966		2 818007		2 815812		8	666	675	684
31 40	5103	7 20	1707	7 41	8769	7 62	6627	7 85				
33 20	6121	7 21	2148	7 41	2 819532	7 63	7112	7 85				
35 0	6845	7 21	8190	7 42	2 820295	7 63	8199	7 87		770	780	790
36 40	7567	7 22	8933	7 43	1059	7 61	8986	7 87	1	77	78	79
38 20	8289	7 22	4676	7 43	1821	7 65	2 819773	7 87	2	154	156	158
		7 23		7 44		7 66		7 88	3	231	284	287
40 0	2 769012		2 795420		2 822590		2 850561		4	308	812	816
41 40	2 769736	7 24	6161	7 44	8356	7 66	1350	7 89	5	385	890	895
43 20	2 770100	7 21	6909	7 45	4122	7 66	2110	7 90	6	162	468	474
45 0	1185	7 25	7651	7 45	4889	7 67	2930	7 90	7	539	516	558
46 40	1910	7 25	8400	7 46	5657	7 68	3720	7 90	8	616	621	682
48 20	2686	7 26	9147	7 47	6426	7 69	4512	7 92	9	698	702	711
		7 26		7 47		7 69		7 92				
50 0	2 773362		2 798994		2 827195		2 855301			800	810	820
51 40	4089	7 27	2 800642	7 48	7965	7 70	6097	7 93	1	80	81	82
53 20	4817	7 28	1890	7 48	8735	7 70	6890	7 93	2	160	162	164
55 0	5545	7 28	2189	7 49	2 829508	7 71	7681	7 91	3	240	248	247
56 40	6278	7 28	2889	7 50	2 830277	7 71	8479	7 95	4	320	824	328
58 20	7002	7 29	8689	7 50	1019	7 72	2 859274	7 95	5	400	405	410
		7 30		7 51		7 73		7 96	6	480	480	492
60 0	2 777732		2 801890		2 881822		2 860070		7	560	507	574
									8	640	648	656
									9	720	729	738

Tafel für  $\log M = \log \frac{75 kt}{\sqrt{2} q^2}$ 

v	140°		141°		142°		143°		Proportional theile			
	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"				
0' 0"	2 860070		2 889175		2 919183		2 950142					
1 40	0867	7 97	2 889997	8 22	2 920080	8 47	1016	8 74		880	810	850
3 20	1664	7 97	2 890818	8 21	0878	8 48	1891	8 75	1	8 8	8 1	8 5
5 0	2462	7 98	1641	8 23	1726	8 48	2707	8 76	2	16 6	16 8	17 0
6 40	3261	7 99	2461	8 23	2575	8 49	3618	8 76	3	24 9	25 2	25 5
8 20	4060	7 99	3288	8 24	3425	8 50	4520	8 77	4	33 2	33 6	34 0
		8 00		8 25		8 51		8 78	5	41 5	42 0	42 5
10 0	2 864860		2 894113		2 921276		2 955898		6	49 8	50 4	51 0
11 40	5661	8 01	4938	8 25	5127	8 51	6277	8 79	7	58 1	58 8	59 5
13 20	6463	8 02	5761	8 26	5979	8 52	7156	8 79	8	66 4	67 2	68 0
15 0	7265	8 02	6591	8 27	6832	8 53	8037	8 81	9	74 7	75 6	76 5
16 40	8067	8 02	7418	8 27	7685	8 53	8918	8 81				
18 20	8871	8 01	8247	8 29	8540	8 55	2 959799	8 81		800	870	880
		8 04		8 28		8 55		8 83	1	8 6	8 7	8 8
20 0	2 869675		2 899075		2 929895		2 960682		2	17 2	17 4	17 6
21 40	2 870479	8 01	2 899905	8 30	2 930250	8 55	1566	8 84	3	25 8	26 1	26 4
23 20	1285	8 06	2 900735	8 30	1107	8 57	2450	8 84	4	31 1	31 8	32 2
25 0	2091	8 06	1568	8 31	1964	8 57	3335	8 85	5	43 0	43 5	44 0
26 40	2898	8 07	2398	8 32	2822	8 58	4221	8 86	6	51 6	52 2	52 8
28 20	3705	8 07	3230	8 32	3681	8 59	5107	8 86	7	60 2	60 9	61 6
		8 08		8 31		8 60		8 88	8	68 8	69 6	70 4
30 0	2 874513		2 904064		2 931541		2 965995		9	77 4	78 3	79 2
31 40	5322	8 09	4897	8 33	5401	8 60	6383	8 88				
33 20	6131	8 09	5732	8 35	6262	8 61	7772	8 89				
35 0	6911	8 10	6567	8 35	7121	8 62	8602	8 90		890	900	910
36 40	7752	8 11	7403	8 36	7986	8 62	2 969552	8 90	1	8 9	9 0	9 1
38 20	8564	8 12	8240	8 37	8850	8 61	2 970143	8 91	2	17 8	18 0	18 2
		8 12		8 37		8 61		8 93	3	26 7	27 0	27 8
40 0	2 879876		2 909077		2 939714		2 971386		4	35 6	36 0	36 4
41 40	2 880189	8 13	2 909916	8 39	2 940578	8 64	2229	8 93	5	44 5	45 0	45 5
43 20	1002	8 13	2 910754	8 38	1444	8 66	8122	8 93	6	53 4	54 0	54 6
45 0	1816	8 14	1594	8 40	2810	8 66	4017	8 95	7	62 8	63 0	63 7
46 40	2631	8 15	2434	8 40	3177	8 67	4912	8 95	8	71 2	72 0	72 8
48 20	3447	8 16	3275	8 41	4045	8 68	5809	8 97	9	80 1	81 0	81 9
		8 16		8 42		8 69		8 97				
50 0	2 884203		2 914117		2 944914		2 976706			920	930	940
51 40	5080	8 17	4960	8 43	5783	8 69	7604	8 98	1	9 2	9 3	9 4
53 20	5898	8 18	5803	8 43	6654	8 71	8502	8 98	2	18 4	18 6	18 8
55 0	6716	8 18	6647	8 44	7525	8 71	2 979402	9 00	3	27 6	27 9	28 2
56 40	7535	8 19	7492	8 45	8396	8 71	2 980802	9 00	4	36 8	37 2	37 6
58 20	8355	8 20	8387	8 45	2 949269	8 78	1208	9 01	5	46 0	46 5	47 0
		8 20		8 46		8 78		9 02	6	55 2	55 8	56 4
60 0	2 889175		2 919183		2 950142		2 982105		7	64 4	65 1	65 8
									8	73 0	74 4	75 2
									9	82 8	83 7	84 6

Tafel für  $\log M = \log \frac{75 \lambda f}{\sqrt{2} q^2}$

$\nu$	144°		145°		146°		147°		Proportional- theile			
	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"				
0' 0"	2 982105		3 015128		3 049278		3 084607					
1 40	8008	9 08	6061	9 88	8 050288	9 65	5606	9 99	950	960	970	
3 20	8911	9 08	6995	9 84	1204	9 66	6606	10 00	1	95	96	97
5 0	4815	9 04	7980	9 85	2171	9 67	7607	10 01	2	190	192	194
6 40	5721	9 06	8865	9 85	8189	9 68	8609	10 02	3	285	288	291
8 20	6627	9 06	8 019802	9 87	4108	9 69	3 089613	10 04	4	380	384	388
		9 06		9 87		9 70		10 04	5	475	480	485
10 0	2 987588		3 020789		3 055078		3 090617		6	570	576	582
11 40	8441	9 08	1678	9 39	6049	9 71	1622	10 05	7	665	672	679
18 20	2 989350	9 09	2617	9 89	7020	9 71	2628	10 06	8	760	768	776
15 0	2 990259	9 09	3557	9 40	7993	9 78	3635	10 07	9	855	864	878
16 40	1169	9 10	4498	9 41	8966	9 78	4643	10 08				
18 20	2080	9 11	5489	9 41	3 059940	9 74	5651	10 08				
		9 12		9 43		9 76		10 10	1	98	99	100
20 0	2 992992		3 026882		3 060916		3 096661		2	196	198	200
21 40	8904	9 12	7826	9 44	1892	9 76	7672	10 11	3	294	297	300
23 20	4818	9 14	8270	9 44	2869	9 77	8684	10 12	4	392	396	400
25 0	5732	9 14	3 029215	9 45	3847	9 78	3 099697	10 13	5	490	495	500
26 40	6647	9 15	3 080161	9 46	4826	9 79	3 100711	10 14	6	588	594	600
28 20	7568	9 16	1108	9 47	5806	9 80	1726	10 15	7	686	693	700
		9 17		9 48		9 81		10 16	8	784	792	800
80 0	2 998480		3 082056		3 066787		3 102742		9	882	891	900
81 40	2 999898	9 18	3005	9 49	7769	9 82	8759	10 17				
83 20	3 000818	9 18	3955	9 50	8752	9 88	4777	10 18				
85 0	1286	9 20	4906	9 51	3 069736	9 84	5796	10 19	1010	1020	1080	
86 40	2156	9 20	5857	9 51	3 070720	9 84	6816	10 20	1	101	102	108
88 20	3077	9 21	6810	9 58	1706	9 86	7887	10 21	2	202	204	206
		9 22		9 58		9 87		10 22	3	308	309	309
40 0	3 003999		3 037768		3 072693		3 108859		4	404	408	412
41 40	4922	9 23	8717	9 54	3680	9 87	3 109882	10 23	5	505	510	515
43 20	5845	9 23	3 089672	9 55	4669	9 89	3 110906	10 24	6	606	612	618
45 0	6770	9 25	3 040628	9 56	5658	9 89	1981	10 25	7	707	714	721
46 40	7695	9 25	1585	9 57	6649	9 91	2957	10 26	8	808	816	824
48 20	8621	9 26	2548	9 58	7640	9 91	3984	10 27	9	909	918	927
		9 27		9 59		9 98		10 28				
50 0	3 009548		3 048502		3 078688		3 115012		1040	1050	1060	
51 40	3 010476	9 28	4461	9 59	3 079626	9 98	6041	10 29	1	104	105	106
53 20	1405	9 29	5422	9 61	3 080620	9 94	7071	10 30	2	208	210	212
55 0	2384	9 29	6888	9 61	1615	9 95	8102	10 31	3	312	315	318
56 40	3265	9 31	7846	9 68	2612	9 97	3 119184	10 32	4	416	420	424
58 20	4196	9 31	8809	9 68	3609	9 97	3 120108	10 34	5	520	525	530
		9 32		9 64		9 98		10 34	6	624	630	636
60 0	3 015128		3 049278		3 084607		3 121202		7	728	735	742
									8	832	840	848
									9	936	945	954

Tafel für  $\log M = \log \frac{75 kt}{\sqrt{2} q^3}$ 

$v$	148°		149°		150°		151°		Proportionaltheile		
	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"			
0' 0"	8 121202		8 159187		3 198498		8 239882				
1 40	2287	10 35	8 160210	10 78	3 199618	11 15	8 210510	11 58	1070	1080	1090
8 20	8273	10 86	1285	10 75	3 200729	11 16	1700	11 60	1	107	108
5 0	4311	10 38	2861	10 76	1846	11 17	2861	11 61	2	214	216
6 40	5849	10 88	8438	10 77	2964	11 18	4028	11 62	8	821	824
8 20	6889	10 40	4516	10 78	4088	11 19	5186	11 63	4	428	432
		10 40		10 80		11 21		11 65	5	585	540
10 0	8 127429		3 165596		8 205204		8 246351		6	642	648
11 40	8471	10 42	6676	10 80	6826	11 22	7517	11 66	7	719	756
13 20	8 129518	10 42	7757	10 81	7449	11 23	8684	11 67	8	856	864
15 0	8 130557	10 44	8840	10 83	8573	11 24	8 249858	11 69	9	968	972
16 40	1601	10 44	8 169924	10 84	8 209698	11 25	8 251023	11 70			
18 20	2647	10 46	3 171008	10 81	3 210825	11 27	2194	11 71			
		10 47		10 86		11 27		11 74	1	1100	1110
20 0	8 188694		8 172094		8 211952		3 258368		2	110	111
21 40	4742	10 48	8181	10 87	3081	11 29	4589	11 71	3	220	222
23 20	5790	10 48	4270	10 89	4211	11 30	5714	11 75	4	380	383
25 0	6840	10 50	5359	10 89	5848	11 32	6891	11 77	5	440	444
26 40	7891	10 51	6449	10 90	6475	11 32	8068	11 77	6	550	555
28 20	8948	10 52	7541	10 92	7609	11 34	3 259247	11 79	7	660	666
		10 54		10 98		11 35		11 80	8	770	777
30 0	8 189997		3 178084		3 218744		8 260427		9	880	888
31 40	8 141051	10 54	8 179727	10 98	8 219880	11 36	1608	11 81		990	999
33 20	2106	10 55	8 180822	10 95	8 221017	11 37	2791	11 83			
35 0	3162	10 56	1918	10 96	2156	11 39	3975	11 84		1180	1140
36 40	4220	10 58	8016	10 98	8296	11 40	5160	11 85	1	118	111
38 20	5278	10 58	4114	10 98	4487	11 41	6347	11 87	2	226	228
		10 00		11 00		11 42		11 88	8	889	812
40 0	8 146888		8 185214		8 225579		8 267585		4	452	456
41 40	7898	10 60	6811	11 00	6722	11 43	8724	11 89	5	565	570
43 20	8460	10 62	7416	11 02	7867	11 45	8 269914	11 90	6	678	684
45 0	8 149528	10 63	8519	11 03	8 229018	11 46	8 271106	11 92	7	791	798
46 40	3 150587	10 64	3 189023	11 04	8 280160	11 47	2299	11 93	8	904	912
48 20	1652	10 65	8 190729	11 06	1808	11 48	8494	11 95	9	1017	1026
		10 66		11 06		11 50		11 95			
50 0	8 152718		3 191835		8 282458		8 274689			1160	1170
51 40	8785	10 67	2048	11 08	8609	11 51	5887	11 98	1	116	117
53 20	4853	10 68	4052	11 09	4761	11 52	7085	11 98	2	232	234
55 0	5922	10 69	5162	11 10	5914	11 53	8285	12 00	3	348	351
56 40	6993	10 71	6278	11 11	7070	11 56	8 279486	12 01	4	464	468
58 20	8064	10 71	7885	11 12	8225	11 55	8 280688	12 02	5	580	585
		10 78		11 18		11 57		12 04	6	696	702
60 0	8 159187		8 198498		2 289382		8 281892		7	812	819
									8	928	936
									9	1044	1058

$$\text{Tafel für } \log M = \log \frac{75 \, \text{kt}}{\sqrt{2 \, q}}$$

$v$	152°		153°		154°		155°	
	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"
0' 0"	8 281892	12 05	3 826145	12 55	8 372268	18 10	8 420406	13 68
1 40	8097	12 07	7400	12 57	8578	18 11	1774	13 69
3 20	4304	12 08	8657	12 58	4889	18 12	8143	13 71
5 0	5512	12 09	8 829915	12 60	6201	18 14	4514	13 72
6 40	6721	12 10	8 881175	12 61	7515	18 15	5886	13 74
8 20	7931		2486		8 378830		7260	
		12 12		12 62		18 17		13 76
10 0	8 289148	12 14	8 888698	12 65	8 880147	18 19	8 428686	13 78
11 40	8 290857	12 14	4963	12 65	1466	18 20	8 430014	13 79
13 20	1571	12 16	6228	12 67	2786	18 22	1893	13 81
15 0	2787	12 18	7495	12 68	4108	18 24	2774	13 83
16 40	4005	12 18	3 888763	12 70	5132	18 25	4157	13 81
18 20	5223		3 840088		6757		5541	
		12 20		12 72		18 26		13 86
20 0	8 296443	12 22	3 841805	12 73	8 388088	18 28	3 486927	13 88
21 40	7665	12 23	2578	12 74	8 389411	13 30	8815	13 90
23 20	8 298888	12 24	8852	12 76	8 390741	18 31	8 439705	13 91
25 0	8 300112	12 26	5128	12 77	2072	18 33	8 441096	13 93
26 40	1888	12 27	6405	12 79	8405	13 35	2489	13 95
28 20	2565		7684		4740		8884	
		12 28		12 80		18 36		13 96
30 0	8 308793	12 30	3 318964	12 82	8 396076	18 38	8 415280	13 98
31 40	5023	12 31	8 350246	12 83	7414	18 39	6678	14 00
33 20	6251	12 33	1529	12 85	8 398753	18 41	8078	14 02
35 0	7487	12 34	2811	12 86	8 400091	18 43	3 449480	14 04
36 40	8721	12 35	4100	12 88	1437	13 44	3 450881	14 05
38 20	8 309956		5888		2781		2289	
		12 37		12 89		18 46		14 07
40 0	8 311198	12 38	3 356677	12 91	8 401127	18 48	3 458696	14 09
41 40	2431	12 39	7968	12 93	5175	18 49	5105	14 10
43 20	8670	12 42	8 359261	12 94	6821	18 51	6515	14 13
45 0	4912	12 42	8 360555	12 95	8175	18 52	7928	14 14
46 40	6154	12 44	1850	12 97	8 409527	18 54	8 459342	14 16
48 20	7398		8147		3 410881		8 460758	
		12 45		12 98		13 56		14 17
50 0	8 318643	12 47	8 364445	13 00	8 412237	18 57	8 462175	14 20
51 40	8 319890	12 48	5745	13 02	3594	18 59	8595	14 21
53 20	3 321138	12 49	7047	13 03	4953	18 61	5013	14 23
55 0	2387	12 51	8850	13 05	6314	18 63	6439	14 25
56 40	8688	12 53	3 369655	13 06	7677	18 64	7864	14 27
58 20	4891		8 370961		8 419041		8 469291	
		12 54		13 07		13 65		14 28
60 0	8 326145		8 372268		8 420406		3 470719	



Tafel für  $\log M = \log \frac{75 \lambda t}{\sqrt{2} q^3}$

$\nu$	156°		157°		158°		159°	
	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"
0' 0"	8 170719		3 528388		3 578615		3 636635	
1 10	2150	14 31	4886	14 98	15 73	8289	16 51	
3 20	3582	14 82	6387	15 01	15 75	3 689946	16 57	
5 0	5016	14 84	7889	15 02	15 77	3 641601	16 58	
6 40	6451	14 85	3 529394	15 05	15 80	8265	16 61	
8 20	7889	14 38	8 580900	15 06	15 81	4929	16 64	
		14 40		15 09			16 66	
10 0	3 179329	11 41	3 532109	15 10	8 588085	15 86	8 646595	16 68
11 40	8 480770	11 43	8919	15 12	8 589671	15 88	8263	16 71
18 20	2218	14 45	5181	15 15	8 591259	15 90	3 649931	16 73
15 0	8658	14 17	6946	15 16	2849	15 92	8 651607	16 75
16 40	5105	14 49	8162	15 19	4411	15 95	8282	16 78
18 20	6554		8 589981		6086		4960	
		14 50		15 21		15 97		16 80
20 0	8 488001	14 58	3 541502	15 22	3 597633	15 99	8 656640	16 83
21 40	8 489457	11 55	3024	15 25	8 599282	16 01	3 658323	16 85
23 20	8 490912	11 55	1549	15 26	8 600833	16 01	3 660008	16 88
25 0	2867	14 58	6075	15 29	2137	16 05	1696	16 90
26 40	3825	14 60	7604	15 81	4042	16 08	8886	16 93
28 20	5285		8 549135		5650		5079	
		14 62		15 83		16 11		16 95
30 0	3 196717	14 64	3 550668	15 85	3 607261	16 12	8 666774	16 97
31 40	8211	14 65	2203	15 37	8 608873	16 15	8 668171	17 00
33 20	3 499676	14 68	3740	15 39	3 610488	16 17	3 670171	17 02
35 0	3 501144	11 69	5279	15 41	2105	16 19	1878	17 05
36 40	2613	14 71	6820	15 43	3724	16 22	3578	17 08
38 20	4084		8863		5346		5286	
		14 74		15 45		16 23		17 10
40 0	3 505558	11 75	3 559908	15 47	3 616969	16 26	8 676996	17 12
41 40	7083	14 77	3 561455	15 50	3 618595	16 29	8 678708	17 15
48 20	8510	14 79	3005	15 51	3 620224	16 81	8 680123	17 18
45 0	8 509989	14 81	4556	15 54	1855	16 33	2141	17 20
46 40	3 511470	14 83	6110	15 56	2488	16 85	3861	17 22
48 20	2958		7666		5123		5583	
		14 85		15 58		16 87		17 25
50 0	8 514488	14 86	8 569221	15 60	3 626780	16 40	8 687308	17 28
51 40	5924	14 89	8 570784	15 62	8 628400	16 48	8 689036	17 30
58 20	7413	14 91	2816	15 64	8 630048	16 14	8 690766	17 33
55 0	3 518904	14 92	3910	15 66	1687	16 47	2499	17 35
56 40	8 520396	14 95	5476	15 69	3884	16 50	4284	17 38
58 20	1891		7045		4984		5072	
		14 97		15 70		16 51		17 41
60 0	8 523888		8 578615		8 636685		8 697718	

Tafel für  $\log M = \log \frac{75 \text{ kt}}{\sqrt{2} q^3}$

$v$	160°		161°		162°		163°	
	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"
0' 0"	8 697718		8 762154		8 830815		8 902611	
1 40	8 699456	17 48	8995	18 41	2265	19 50	4683	20 72
8 20	8 701201	17 45	5840	18 45	4219	19 54	6758	20 75
5 0	2950	17 49	7687	18 47	6175	19 56	8 908837	20 79
6 40	4701	17 51	8 769587	18 50	8 838135	19 60	8 910919	20 82
8 20	6454	17 53	8 771890	18 53	8 840098	19 68	8006	20 87
		17 56		18 55		19 67		20 89
10 0	8 708210		8 778245		8 842065		8 915095	
11 40	8 709969	17 59	5104	18 59	4084	19 69	7189	20 94
13 20	8 711781	17 62	6966	18 62	6007	19 78	8 919286	21 07
16 0	8495	17 64	8 778830	18 64	7988	19 76	8 921887	21 01
16 40	5261	17 66	8 780698	18 68	8 849963	19 80	8491	21 01
18 20	7081	17 70	2568	18 70	8 851945	19 82	5599	21 08
		17 72		18 74		19 86		21 12
20 0	8 718808		8 784442		8 853981		8 927711	
21 40	8 720578	17 75	6818	18 76	5921	19 90	8 929826	21 15
23 20	2855	17 77	8 788198	18 80	7918	19 92	8 931945	21 19
25 0	4185	17 80	8 790080	18 82	8 859909	19 96	4068	21 23
26 40	5918	17 83	1965	18 85	8 861909	20 00	6195	21 27
28 20	7704	17 86	8854	18 89	8911	20 02	8 938825	21 30
		17 88		18 91		20 06		21 35
30 0	8 729492		8 795745		8 865917		8 940460	
31 40	8 731283	17 91	7689	18 94	7926	20 09	2597	21 37
33 20	8077	17 94	8 799537	18 98	8 869989	20 18	4789	21 42
35 0	4873	17 96	8 801437	19 00	8 871955	20 16	6885	21 46
36 40	6672	17 99	8841	19 04	8975	20 20	8 949034	21 49
38 20	8 738474	18 02	5247	19 06	5998	20 23	3 951187	21 53
		18 05		19 10		20 26		21 57
40 0	8 740279		8 807157		8 878024		8 958844	
41 40	2086	18 07	8 809070	19 13	3 880054	20 30	5505	21 61
43 20	3897	18 11	8 810985	19 15	2087	20 33	7870	21 65
45 0	5710	18 13	2904	19 19	4124	20 37	8 959830	21 69
46 40	7526	18 16	4826	19 22	6164	20 40	8 962011	21 72
48 20	8 749344	18 18	6751	19 25	8 888207	20 43	4188	21 77
		18 22		19 29		20 47		21 80
50 0	8 751166		8 818680		8 890254		8 968808	
51 40	2990	18 24	8 820611	19 31	2805	20 51	8 968552	21 84
53 20	4817	18 27	2545	19 34	4859	20 54	8 970740	21 88
55 0	6647	18 30	4488	19 38	6117	20 58	2988	21 93
56 40	8 758480	18 33	6424	19 41	8 898478	20 61	5120	21 96
58 20	8 760818	18 36	8 828368	19 44	8 900548	20 65	7820	22 00
		18 38		19 47		20 68		22 04
60 0	8 762154		8 830815		8 902611		8 979583	

Tafel für  $\log M = \log \frac{75 k t}{\sqrt{2 q'}}$

$v$	164°		165°		166°		167°	
	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"
0' 0"	8 979538	22 08	4 061667	28 68	4 149720	25 88	4 244554	27 41
1 40	8 981741	22 12	4030	28 67	4 152258	25 14	4 247295	27 46
3 20	8953	22 17	6897	28 71	4802	25 18	4 250041	27 53
5 0	6170	22 20	4 068708	28 76	7850	25 55	2794	27 60
6 40	8 988890	22 24	4 071144	28 81	1 159905	25 59	5554	27 65
8 20	3 990614	22 29	8525	28 86	4 162464	25 65	4 258819	27 71
10 0	8 992848	22 32	4 075911	28 90	4 165029	25 70	4 261090	27 78
11 40	5075	22 37	4 078301	28 94	4 167599	25 75	8868	27 81
13 20	7812	22 41	4 080695	21 00	4 170174	25 81	6652	27 90
15 0	8 999553	22 45	3095	21 04	2755	25 86	4 269412	27 96
16 40	4 001798	22 49	5199	24 09	5841	25 92	1 272238	28 03
18 20	4017	22 53	4 087908	24 14	4 177988	25 97	5041	28 09
20 0	1 006800	22 57	4 090322	24 18	4 180530	26 02	4 277850	28 15
21 40	4 008557	22 62	2740	24 28	3132	26 08	4 280665	28 22
23 20	4 010819	22 66	5168	24 28	5740	26 11	8187	28 28
25 0	8085	22 70	4 097591	24 33	4 188354	26 19	6315	28 35
26 40	5355	22 74	4 100024	24 38	4 190973	26 25	4 289150	28 41
28 20	7629	22 79	2462	24 42	3598	26 30	4 291991	28 47
30 0	4 019908	22 88	4 104904	24 47	4 196228	26 36	4 294838	28 51
31 40	4 022191	22 87	7851	24 58	4 198861	26 41	4 297692	28 61
33 20	1478	22 91	4 109804	24 57	4 201505	26 47	4 300553	28 67
35 0	6769	22 96	4 112261	24 62	4152	26 53	8420	28 74
36 40	4 029065	23 00	4728	24 67	6805	26 59	6294	28 80
38 20	4 081865	23 04	7190	24 72	4 209464	26 61	4 309174	28 88
40 0	4 088669	23 09	4 119662	24 77	4 212128	26 70	4 312062	28 98
41 40	5978	23 18	4 122189	24 82	4798	26 76	4955	29 01
43 20	4 038291	23 18	4621	24 87	4 217474	26 81	4 317850	29 07
45 0	4 040609	23 22	7108	24 92	4 220155	26 88	4 320768	29 15
46 40	2981	23 26	4 129000	24 97	2843	26 98	8678	29 20
48 20	5267	23 31	4 132097	25 02	5586	26 99	6598	29 28
50 0	4 047588	23 35	4 134599	25 07	4 228235	27 05	4 329526	29 35
51 40	4 049928	23 40	7106	25 18	4 230940	27 11	4 332461	29 42
53 20	4 052263	23 44	4 139619	25 17	8651	27 16	5408	29 48
55 0	4607	23 49	4 142186	25 28	6867	27 28	4 338851	29 56
56 40	6956	23 58	4659	25 28	4 239090	27 29	4 341807	29 62
58 20	4 059809	23 58	7187	25 38	4 241819	27 35	4269	29 70
60 0	4 061667		4 149720		4 244554		4 347289	

Tafel für  $\log M = \log \frac{75 kt}{\sqrt{2} q^3}$ 

$\nu$	168°		169°		170°	
	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"	$\log M$	Diff 1"
0' 0"	4 847289		4 459124		4 581945	
1 40	4 850216	29 77	4 462879	82 55	5583	85 88
3 20	8199	29 83	5642	82 68	4 589181	85 08
5 0	6190	29 91	4 468914	82 72	4 592740	86 09
6 40	4 859188	29 98	4 472195	82 81	6859	86 19
8 20	4 862194	80 06	5484	82 89	4 599988	86 29
		80 12		82 97		86 40
10 0	4 865206		4 478781		4 608628	
11 40	4 868226	80 20	4 482087	88 06	4 607278	36 50
13 20	4 371258	80 27	5402	88 15	4 610939	86 61
15 0	4288	80 35	4 488726	88 24	4611	36 72
16 40	4 377329	80 41	4 492058	88 32	4 618298	86 82
18 20	4 380378	80 49	5400	88 42	4 621086	36 93
		80 57		88 50		37 03
20 0	4 388435		4 498750		4 625689	
21 40	6499	80 64	4 502109	88 59	4 629404	87 15
23 20	4 389571	80 72	5477	88 68	4 633129	87 25
25 0	4 392650	80 79	4 508854	88 77	1 686866	87 37
26 40	5787	80 87	4 512240	88 86	4 640013	87 47
28 20	4 398882	80 95	5686	88 96	4872	37 59
		81 02		84 04		87 69
30 0	4 401984		4 519040		4 648141	
31 40	5048	81 09	4 522454	84 14	4 651922	87 81
33 20	4 408161	81 18	5877	84 23	5715	87 93
35 0	4 411286	81 25	4 529309	84 32	4 659518	88 03
36 40	4419	81 33	4 532751	84 42	4 668388	88 15
38 20	4 417560	81 41	6202	84 51	4 667160	88 27
		81 49		84 60		38 38
40 0	4 420709		4 539662		4 670998	
41 40	8866	81 57	4 543182	84 70	4848	88 50
43 20	4 427031	81 65	4 546612	84 80	4 678709	38 61
45 0	4 430208	81 72	1 550101	34 89	4 682583	88 74
46 40	8884	81 81	8600	84 99	4 686468	88 85
48 20	6578	81 89	4 557108	85 08	4 690865	88 97
		81 97		85 18		89 09
50 0	4 439770		4 560326		4 694274	
51 40	4 442975	82 05	4155	85 29	4 698195	89 21
53 20	6188	82 13	4 567698	85 38	4 702128	89 33
55 0	4 449410	82 22	4 571241	85 48	4 706078	89 45
56 40	4 452640	82 30	4799	85 58	4 710081	89 58
58 20	5878	82 38	4 578867	85 68	4001	89 70
		82 46		85 78		89 83
60 0	4 459124		4 581945		4 717984	

Tafel für  $\log M = \log \frac{75 \text{ kt}}{\sqrt{2} q^2}$

171° 0' — 15'				171° 15' — 30'				171° 30' — 45'				171° 45' — 60'			
v'	v'	log M	Diff 1"	v'	log M	Diff 1"	v'	log M	Diff 1"	v'	log M	Diff 1"	v'	log M	Diff 1"
0"	0'	4 717984	89 9	15'	1 751398	41 1	30'	1 791885	42 8	45'	1 830507	48 6			
20		8782	89 9		5219	41 1		2780	42 8		1878	48 7			
40		4 719580	40 0		6041	41 1		3577	42 8		2251	48 6			
0	1	4 720879	10 0	16	6868	41 2	31	4123	42 1	46	3123	48 7			
20		1179	40 0		7686	41 2		5270	42 5		3997	48 7			
40		1979	40 0		8509	41 2		6119	42 5		4871	48 7			
0	2	2779	40 0	17	1 759383	11 8	32	6967	42 4	47	5716	48 8			
20		3580	40 1		4 760158	41 2		7816	42 5		6621	48 8			
40		4382	40 1		0982	41 2		8668	42 5		7197	48 8			
			40 1			41 3			42 5			48 8			
0	8	4 725184	40 1	18	1 761808	41 8	33	1 799516	42 6	48	4 888878	48 9			
20		5986	40 2		2634	41 8		4 800867	42 6		4 889250	48 9			
40		6789	40 2		3160	41 8		1218	42 6		4 840128	48 9			
0	4	7593	40 2	19	4287	41 4	34	2070	42 6	49	1006	41 0			
20		8397	40 2		5115	41 4		2922	42 6		1885	41 0			
40		1 729201	40 2		5943	41 4		3776	42 7		2765	41 0			
0	5	4 780006	40 3	20	6772	41 5	35	4629	42 7	50	3645	44 0			
20		0812	40 3		7601	41 5		5488	42 7		4525	41 0			
40		1618	40 3		8481	41 5		6388	42 8		5407	41 1			
			40 4			41 5			42 8			41 1			
0	6	4 732425	40 4	21	1 769261	41 6	36	4 807198	42 8	51	4 816280	41 1			
20		3232	40 4		4 770092	41 6		8019	42 8		7171	41 2			
40		4089	40 1		0928	41 6		8905	42 8		8054	41 2			
0	7	1847	40 4	22	1755	41 6	37	1 809763	42 9	52	8938	41 2			
20		5656	40 4		2587	41 6		4 810620	42 9		4 849822	41 2			
40		6465	40 5		3120	41 7		1479	43 0		4 850707	41 3			
0	8	7275	10 5	23	4251	41 7	38	2837	42 9	53	1593	44 8			
20		8085	10 5		5088	41 7		3196	48 0		2479	44 4			
40		8896	40 6		5922	41 7		4056	48 0		8366	44 4			
			40 6			41 8			43 1			44 4			
0	9	4 739707	40 6	24	4 776757	41 8	39	4 814917	48 1	54	4 854258	44 1			
20		4 740519	40 6		7593	41 8		5778	43 1		5141	44 5			
40		1331	40 7		8480	41 9		6610	43 1		6030	41 5			
0	10	2144	40 7	25	4 779267	41 9	40	7502	43 1	55	6919	44 5			
20		2957	40 7		4 780104	41 9		8865	48 2		7809	44 5			
40		3771	40 7		0941	41 0		4 819220	48 2		8699	41 6			
0	11	4585	40 7	26	1780	42 0	41	4 820098	43 2	56	4 859591	44 6			
20		5400	40 8		2619	42 0		0957	48 2		4 860488	44 6			
40		6216	40 8		3458	42 0		1822	48 8		1875	44 7			
			40 8			42 1			48 8			44 7			
0	12	4 747082	40 8	27	1 784299	42 0	42	4 822688	48 8	57	4 862268	41 7			
20		7848	40 9		5189	42 1		8554	48 8		3161	44 8			
40		8665	40 9		5980	42 1		4421	48 4		1056	44 8			
0	13	4 749482	40 9	28	6822	42 1	43	5289	48 4	58	4051	44 8			
20		4 750800	40 9		7664	42 1		6157	48 4		5846	44 9			
40		1118	40 9		8508	42 2		7025	43 4		6748	44 8			
0	14	1987	41 0	29	4 789851	42 2	44	7895	43 5	59	7689	44 9			
20		2757	41 0		4 790195	42 2		8765	48 5		8587	44 9			
40		3577	41 1		1040	42 8		4 829836	48 6		4 869484	44 9			
			41 0			42 8			48 6			4 50			
0	15	4 754898		30	4 791885		45	4 880507		60	4 870888				

Tafel für  $\log M = \log \frac{75 k t}{\sqrt{2 q^8}}$

172° 0' — 15'				172° 15' — 30'				172° 30' — 45'				172° 45' — 60'			
v''	v'	log M	Diff 1''	v''	v'	log M	Diff 1''	v''	v'	log M	Diff 1''	v''	v'	log M	Diff 1''
0''	0'	4 870833		15'	4 911441			30'	4 958918			45'	4 997842		
20		1238	45 0		2870	46 5			4873	48 0			8835	49 7	
40		2183	45 0		3299	46 5			5834	48 1			1 99830	49 8	
0	1	3038	45 0	16	4229	46 5		81	6795	48 1		46	5 000821	49 7	
20		3931	45 1		5160	46 6			7758	48 2			1820	49 8	
40		4836	15 1		6091	46 6			8721	48 2			2817	49 9	
0	2	5739	45 2	17	7028	46 6		32	4 959684	48 2		47	3811	49 9	
20		6642	45 2		7956	46 7			4 960648	48 2			4813	50 0	
40		4 877516	45 2		4 918889	16 7			1618	48 8			5 005812	50 0	
0	8	4 878450	45 2			46 8				48 3				50 0	
20		4 879355	45 3	18	4 919824	46 7		83	4 962579	48 4		48	5 006811	50 1	
40		4 880261	45 3		4 920758	46 8			8548	48 4			7812	50 1	
0	4	1187	45 3	19	1694	46 8		31	4518	48 4		49	8818	50 1	
20		2074	45 4		2680	46 9			5181	48 5			5 009815	50 2	
40		2981	45 4		3567	46 9			6450	48 5			5 010818	50 2	
0	5	3890	15 5	20	4501	46 9		35	7419	48 5		50	1821	50 2	
20		4799	45 5		5448	47 0			8889	48 5			2826	50 3	
40		4 885708	45 5		6381	46 9			4 969360	48 6			8831	50 3	
0	6	4 886618	45 5		4 927321	47 0			4 970332	48 6			5 011887	50 3	
20		7529	45 6	21	4 928261	47 0		86	4 971301	48 6		51	5 015811	50 4	
40		8441	45 6		4 929202	47 1			2277	48 7			6851	50 4	
0	7	4 889853	45 6	22	1 930144	47 1		87	3251	48 7		52	7850	50 5	
20		4 890265	45 6		1086	47 1			4226	48 8			8809	50 5	
40		1179	45 7		2029	47 2			5201	48 8			5 019879	50 5	
0	8	2098	45 7	28	2973	47 2		38	6177	48 9		53	5 020889	50 6	
20		3008	45 8		3917	47 2			7154	48 8			1901	50 6	
40		4 898923	45 8		4868	47 3			8182	48 9			2918	50 7	
0	9	4 894839	45 8		4 085808	47 3			4 979110	48 9			5 023926	50 7	
20		5758	45 9	24	4 988755	47 4		39	4 980089	49 0		54	5 024940	50 7	
40		6678	45 9		6702	47 4			1069	49 0			5955	50 8	
0	10	7591	45 9		8650	47 4		40	2050	49 1		55	6970	50 8	
20		8510	45 9	25	1 989599	47 5			3031	49 1			7988	50 8	
40		4 899429	46 0		4 940548	47 5			4013	49 1			5 029004	50 9	
0	11	4 900849	46 0		1498	47 5		41	4996	49 2		56	5 030022	50 9	
20		1270	46 1	26	2449	47 6			5980	49 2			1040	51 0	
40		4 902191	46 1		3400	47 6			6984	49 2			2080	51 0	
0	12	4 908118	46 1		4 944853	47 7			4 987949	49 3			5 038080	51 0	
20		4036	46 2	27	4 945805	47 6		42	4 988935	49 3		57	5 081101	51 1	
40		4959	46 2		6259	47 7			1 989922	49 4			5123	51 1	
0	18	5888	46 2		7213	47 7			4 990909	49 4			6146	51 2	
20		6808	46 3	28	8168	47 8		48	1897	49 4		58	7170	51 2	
40		7788	46 3		4 949124	47 8			2886	49 5			8194	51 2	
0	14	8659	46 3		4 950080	47 8			3876	49 5			5 039219	51 3	
20		4 909586	46 4	29	1087	47 9		44	4866	49 5		59	5 040245	51 3	
40		4 910518	46 4		1994	48 0			5857	49 6			1272	51 4	
0	15	4 911441	46 4		4 952958	48 0			4 996849	49 6			5 042800	51 4	
				80	4 958918	48 0		45	4 997842	49 7		60	5 048829	51 5	

Tafel für  $\log M = \log \frac{75 \lambda t}{\sqrt{2} q^2}$

173° 0' — 15'				173° 15' — 30'				173° 30' — 45'				173° 45' — 60'			
<i>v''</i>	<i>v'</i>	<i>log M</i>	Diff 1"	<i>v'</i>	<i>log M</i>	Diff 1"	<i>v'</i>	<i>log M</i>	Diff 1"	<i>v'</i>	<i>log M</i>	Diff 1"	<i>v'</i>	<i>log M</i>	Diff 1"
0"	0	5 048329	51 5	15'	5 090486	53 4	80	5 189440	55 5	45'	5 190331	57 7			
20		4358	51 5		1554	53 5		5 140550	55 5		1485	57 8			
40		5388	51 6		2628	53 5		1660	55 6		2640	57 9			
0	1	6119	51 6	16	3692	53 6	31	2771	55 6	46	3797	57 9			
20		7451	51 7		4763	53 6		3888	55 7		4951	57 9			
40		8184	51 7		5831	53 7		4997	55 7		6112	58 0			
0	2	5 010517	51 7	17	6907	53 7	32	6111	55 8	47	7271	58 1			
20		5 050551	51 8		7980	53 7		7226	55 8		8482	58 1			
40		1587	51 8		5 090501	53 8		5 148312	55 8		5 199593	58 1			
0	3	5 052623	51 8	18	5 100129	53 8	33	5 119459	55 9	48	5 200755	58 2			
20		8659	51 9		1205	53 9		5 150577	56 0		1919	58 2			
40		4697	52 0		2282	53 9		1696	56 0		8083	58 3			
0	4	5786	52 0	19	3359	54 0	31	2816	56 1	49	4219	58 4			
20		6775	52 0		4488	54 0		8937	56 1		5116	58 4			
40		7815	52 1		5518	54 0		5059	56 1		6583	58 5			
0	5	8856	52 1	20	6598	54 1	35	6181	56 2	50	7752	58 5			
20		5 059898	52 2		7670	54 2		7305	56 3		5 208922	58 6			
40		5 060941	52 2		5 108762	54 2		5 158130	56 3		5 210003	58 6			
0	6	5 061984	52 3	21	5 109815	54 2	36	5 159556	56 4	51	5 211265	58 7			
20		3029	52 3		5 110929	54 3		5 160683	56 4		2138	58 7			
40		4074	52 3		2011	54 3		1810	56 5		8612	58 8			
0	7	5120	52 4	22	3100	54 4	37	2939	56 5	52	4787	58 8			
20		6187	52 4		4187	54 4		4069	56 6		5963	58 9			
40		7215	52 5		5271	54 5		5200	56 6		7140	59 0			
0	8	8264	52 5	23	6363	54 5	38	6332	56 6	53	8319	59 0			
20		5 069813	52 6		7453	54 5		7464	56 7		5 219198	59 1			
40		5 070364	52 6		5 118513	54 6		5 168598	56 8		5 220679	59 1			
0	9	5 071415	52 6	24	5 119631	54 7	39	5 169733	56 8	54	5 221860	59 2			
20		2437	52 7		5 120727	54 7		5 170869	56 8		3013	59 2			
40		8520	52 7		1820	54 7		2005	56 9		4227	59 3			
0	10	4574	52 8	25	2914	54 8	40	8143	57 0	55	5412	59 3			
20		5629	52 8		4010	54 8		4282	57 0		6598	59 4			
40		6684	52 9		5106	54 9		5122	57 0		7785	59 4			
0	11	7741	52 9	26	2203	54 9	41	6562	57 1	56	5 228978	59 5			
20		8798	52 9		7301	54 9		7704	57 2		5 230162	59 5			
40		5 079856	58 0		5 128899	55 0		5 178847	57 2		1852	59 6			
0	12	5 080915	58 0	27	5 129499	55 1	42	5 179991	57 3	57	5 232513	59 6			
20		1975	58 1		5 130600	55 1		5 181136	57 3		3786	59 7			
40		8086	58 1		1702	55 1		2282	57 3		4980	59 8			
0	13	4098	58 1	28	2804	55 2	43	3428	57 4	58	6125	59 8			
20		5160	58 2		3908	55 2		4576	57 5		7321	59 9			
40		6224	58 2		5018	55 3		5725	57 5		8518	59 9			
0	14	7288	58 3	29	6118	55 4	44	9875	57 6	59	5 238976	60 0			
20		8358	58 3		7225	55 4		8026	57 6		5 240915	60 0			
40		5 089419	58 4		5 188832	55 4		5 189178	57 7		2115	60 1			
0	15	5 090486		30	5 189440		45	5 190881		60	5 248317				



Tafel für  $\log M = \log \frac{75 \lambda f}{\sqrt{2} q^2}$

174° 0' — 15'				174° 15' — 30'				174° 30' — 45'				174° 45' — 60'			
v''	v'	log M	Diff 1''	v''	v'	log M	Diff 1''	v''	v'	log M	Diff 1''	v''	v'	log M	Diff 1''
0''	0'	5 218817	60 1	15'	5 298574	62 8		30'	5 356805	65 6		45'	5 416788	68 8	
20		4519	60 2		5 299829	62 9			7617	65 7			8114	68 9	
40		5728	60 2		5 301086	62 9			5 358931	65 8			5 419491	68 9	
0	1	6927	60 4	16	2818	63 0		31	5 360247	65 8		46	5 420869	69 0	
20		8184	60 4		3602	63 0			1563	65 9			2219	69 1	
40		5 249841	60 4		4862	63 1			2881	66 0			3631	69 2	
0	2	5 250549	60 5	17	6121	63 1		32	4201	66 1		47	5014	69 2	
20		1758	60 6		7886	63 2			5522	66 1			6398	69 3	
40		5 252969	60 6		5 308650	63 3			5 366844	66 2			5 427781	69 4	
0	8	5 254180	60 7	18	5 309915	63 4		33	5 368167	66 3		48	5 429171	69 5	
20		5898	60 7		5 311182	63 4			5 369492	66 4			5 430560	69 6	
40		6607	60 8		2149	63 5			5 370818	66 4			1951	69 6	
0	4	7822	60 8	19	3718	63 5		34	2146	66 5		49	8313	69 7	
20		5 259088	60 9		4988	63 6			8475	66 5			4736	69 8	
40		5 260255	61 0		6259	63 7			4805	66 6			6131	69 8	
0	5	1174	61 0	20	7532	63 7		35	6136	66 6		50	7527	69 9	
20		2693	61 1		5 318806	63 8			7469	66 7			5 438925	70 0	
40		5 268914	61 1		5 320081	63 8			5 378804	66 8			5 440325	70 1	
0	6	5 265136	61 2	21	5 321357	63 9		36	5 380140	66 9		51	5 441726	70 1	
20		6859	61 3		2635	64 0			1477	66 9			3128	70 2	
40		7584	61 3		3914	64 0			2815	67 0			4532	70 2	
0	7	5 268809	61 4	22	5191	64 1		37	4155	67 1		52	5938	70 3	
20		5 270036	61 4		6475	64 2			5497	67 1			7315	70 4	
40		1263	61 5		7758	64 2			6839	67 2			5 448753	70 5	
0	8	2492	61 5	23	5 329042	64 3		38	8188	67 3		53	5 450163	70 6	
20		8722	61 6		5 330327	64 4			5 389529	67 4			1575	70 7	
40		5 274954	61 6		1014	64 4			5 390878	67 4			5 452988	70 8	
0	9	5 276186	61 7	24	5 332901	64 5		39	5 392224	67 5		54	5 454103	70 9	
20		7420	61 7		4191	64 5			8574	67 6			5820	71 0	
40		8654	61 8		5481	64 6			1925	67 7			7237	71 0	
0	10	5 279890	61 8	25	6773	64 7		40	6278	67 7		55	5 458657	71 1	
20		5 281128	61 8		8066	64 7			7632	67 8			5 460078	71 1	
40		2866	62 0		5 339860	64 8			5 398987	67 9			1500	71 2	
0	11	3606	62 0	26	5 340655	64 9		41	5 400344	67 9		56	2921	71 3	
20		4846	62 1		1952	64 9			1702	68 0			1350	71 4	
40		5 286088	62 2		5 343250	65 0			5 408062	68 1			5 465777	71 5	
0	12	5 287381	62 3	27	5 344550	65 1		42	5 404428	68 2		57	5 467206	71 6	
20		8578	62 3		5851	65 1			5786	68 2			5 468637	71 6	
40		5 289821	62 4		7158	65 2			7150	68 3			5 470069	71 7	
0	13	5 291068	62 4	28	8456	65 3		43	8515	68 4		58	1502	71 8	
20		2816	62 5		5 349761	65 3			5 409882	68 4			2937	71 9	
40		3565	62 5		5 351067	65 4			5 411250	68 5			4374	72 0	
0	14	4815	62 6	29	2874	65 5		44	2620	68 6		59	5818	72 1	
20		6067	62 7		8683	65 5			3991	68 7			7258	72 2	
40		5 297820	62 7		5 354998	65 6			5 415864	68 7			5 478694	72 3	
0	15	5 298574		30	5 356805			45	5 416788			60	5 480187		

Tafel für  $\log M = \log \frac{75 kt}{\sqrt{2 q^8}}$

v 175° 0' — 15'				175° 15' — 30'				175° 30' — 45'				175° 45' — 60'			
v''	v'	log M	Diff 1''	v'	log M	Diff 1''	v'	log M	Diff 1''	v'	log M	Diff 1''	v'	log M	Diff 1''
0''	0'	5 480137	72 3	15'	5 516806	76 1	30'	5 617097	80 3	45'	5 691424	85 1			
20		1582	72 4		8327	76 2		5 618703	80 4		8125	85 2			
40		3029	72 4		5 549850	76 3		5 620311	80 6		4828	85 3			
0	1	4177	72 5	16	5 551875	76 4	31	1922	80 6	46	6534	85 4			
20		5926	72 6		2902	76 4		8534	80 7		8242	85 5			
40		7877	72 7		4180	76 6		5148	80 8		5 699952	85 6			
0	2	5 488880	72 8	17	5961	76 6	32	6764	81 0	47	5 701664	85 8			
20		5 490285	72 8		7493	76 7		5 628888	81 0		3379	85 9			
40		1741	72 8		5 559026	76 8		5 630003	81 1		5 705096	86 0			
			72 9			76 8			81 1						
0	8	5 493199	73 0	18	5 560562	76 9	33	5 631625	81 2	48	5 706815	86 1			
20		4658	73 1		2100	77 0		3219	81 2		5 708536	86 2			
40		6119	73 1		8639	77 1		4876	81 4		5 710260	86 3			
0	4	7582	73 2	19	5180	77 2	34	6504	81 4	49	1986	86 4			
20		5 499046	73 4		6723	77 3		8135	81 6		8714	86 6			
40		5 500513	73 4		8268	77 3		5 639767	81 6		5445	86 7			
0	5	1981	73 5	20	5 569815	77 4	35	5 641402	81 8	50	7178	86 8			
20		3450	73 5		5 571863	77 4		3088	81 8		5 718913	86 9			
40		5 501921	73 6		2914	77 6		5 614677	82 0		5 720651	87 0			
			73 7			77 6			82 1						
0	6	5 506394	73 7	21	5 574466	77 7	36	5 616818	82 2	51	5 722391	87 1			
20		7868	73 9		6020	77 7		7961	82 2		4188	87 3			
40		5 509345	73 9		7576	77 8		5 649606	82 8		5878	87 4			
0	7	5 510822	73 9	22	5 579134	77 9	37	5 651253	82 4	52	7625	87 5			
20		2802	74 0		5 580091	78 0		2902	82 5		5 729374	87 6			
40		8783	74 1		2256	78 1		4553	82 6		5 731126	87 7			
0	8	5266	74 2	23	3819	78 2	38	6207	82 7	53	2880	87 8			
20		6751	74 3		5385	78 3		7862	82 8		4636	87 9			
40		5 518287	74 3		5 586052	78 4		5 659520	82 9		5 738895	88 0			
			74 4			78 5			83 0						
0	9	5 519725	74 4	24	5 588521	78 5	39	5 661179	83 0	54	5 7388156	88 1			
20		5 521215	74 5		5 590092	78 6		2841	83 1		5 739920	88 2			
40		2706	74 6		1665	78 7		4505	83 2		5 741686	88 3			
0	10	4199	74 7	25	8240	78 8	40	6171	83 3	55	8454	88 4			
20		5691	74 8		4817	78 9		7840	83 5		5225	88 6			
40		7191	74 9		6396	79 0		5 669510	83 5		6999	88 7			
0	11	5 528689	74 9	26	7976	79 0	41	5 671188	83 7	56	5 748774	88 8			
20		5 530189	75 0		5 599559	79 2		2857	83 7		5 750552	88 9			
40		1691	75 1		5 601144	79 3		5 674534	83 9		2888	89 1			
			75 2			79 8			84 0						
0	12	5 538195	75 2	27	5 602780	79 8	42	5 676218	84 0	57	5 754116	89 2			
20		4700	75 3		4819	79 5		7895	84 1		5901	89 3			
40		6207	75 4		5909	79 5		5 679578	84 2		7689	89 4			
0	18	7716	75 5	28	7502	79 6	48	5 681264	84 3	58	5 759480	89 6			
20		5 539226	75 5		5 609096	79 8		2951	84 4		5 761273	89 7			
40		5 540789	75 7		5 610692	79 8		4641	84 5		8068	89 8			
0	14	2253	75 7	29	2290	79 9	44	6334	84 7	59	4866	89 9			
20		8769	75 8		8891	80 1		8028	84 7		6666	90 0			
40		5 545287	75 9		5 615498	80 1		5 689725	84 9		5 768469	90 2			
			76 0			80 2			85 0						
0	15	5 546806		30	5 617097		45	5 691424		60	5 770275				

Tafel zur Berechnung der wahren Anomalie, wenn sie sich 180° nähert.

$$\sin w = \sqrt{\frac{200}{M}}; \quad v = w + \delta$$

w	δ	Diff	w	δ	Diff	w	δ	Diff	w	δ	Diff
155° 0'	8' 23" 09	8" 25	159° 0'	1' 25" 10	1" 67	163° 0'	0' 28" 62	0" 72	167° 0'	0' 7" 75	0" 1
5	19 74	8 31	5	28 48	1 65	5	28 90	0 70	10	7 27	0 41
10	16 48	8 26	10	21 78	1 62	10	28 20	0 69	20	6 81	0 4
15	13 17	8 22	15	20 16	1 59	15	27 51	0 68	30	6 37	0 4
20	9 95	8 18	20	18 57	1 57	20	26 88	0 67	40	5 96	0 38
25	6 77	8 14	25	17 00	1 55	25	26 16	0 65	50	5 57	0 37
30	8 68	8 09	30	15 45	1 52	30	25 51	0 63	168 0	0 5 20	0 36
35	8 0 54	8 05	35	13 98	1 49	35	24 88	0 63	10	4 81	0 35
40	2 57 49	8 01	40	12 44	1 47	40	24 25	0 61	20	4 51	0 3
45	54 48	2 97	45	10 97	1 44	45	23 64	0 60	30	4 20	0 38
50	51 51	2 98	50	9 58	1 48	50	23 04	0 59	40	3 90	0 21
55	48 58	2 89	55	8 10	1 40	55	22 45	0 57	50	3 82	0 21
156 0	2 45 69	2 85	160 0	1 6 70	1 87	164 0	0 21 88	0 57	169 0	0 8 86	0 21
5	42 84	2 81	5	5 33	1 36	5	21 31	0 55	10	3 11	0 21
10	40 08	2 77	10	8 97	1 83	10	20 76	0 54	20	2 88	0 21
15	87 26	2 78	15	2 64	1 31	15	20 22	0 58	30	2 66	0 21
20	84 58	2 70	20	1 33	1 29	20	19 69	0 51	40	2 46	0 11
25	81 88	2 66	25	1 0 04	1 26	25	19 18	0 51	50	2 27	0 11
30	29 17	2 62	30	0 58 78	1 24	30	18 67	0 50	170 0	0 2 09	0 1
35	26 55	2 58	35	57 54	1 28	35	18 17	0 48	10	1 92	0 11
40	28 97	2 54	40	56 81	1 20	40	17 69	0 48	20	1 76	0 1
45	21 43	2 51	45	55 11	1 18	45	17 21	0 46	30	1 62	0 11
50	18 92	2 48	50	53 93	1 16	50	16 75	0 46	40	1 48	0 11
55	16 44	2 44	55	52 77	1 14	55	16 29	0 44	50	1 35	0 11
157 0	2 14 00	2 41	161 0	0 51 63	1 13	165 0	0 15 85	0 44	171 0	0 1 23	0 1
5	11 59	2 87	5	50 50	1 10	5	15 41	0 43	10	1 12	0 11
10	9 22	2 88	10	49 40	1 08	10	14 98	0 41	20	1 02	0 11
15	6 89	2 81	15	48 32	1 06	15	14 57	0 41	30	0 93	0 11
20	4 58	2 27	20	47 26	1 05	20	14 16	0 40	40	0 84	0 11
25	2 81	2 28	25	46 21	1 02	25	13 76	0 88	50	0 76	0 11
30	2 0 08	2 19	30	45 19	1 01	30	13 88	0 88	172 0	0 0 68	0 11
35	1 57 89	2 17	35	44 18	0 99	35	13 00	0 87	10	0 61	0 11
40	55 72	2 15	40	43 19	0 97	40	12 68	0 37	20	0 55	0 11
45	58 57	2 11	45	42 22	0 96	45	12 26	0 35	30	0 49	0 11
50	51 46	2 07	50	41 26	0 98	50	11 91	0 85	40	0 44	0 11
55	49 89	2 04	55	40 38	0 92	55	11 56	0 84	50	0 89	0 11
158 0	1 47 85	2 01	162 0	0 89 41	0 90	166 0	0 11 22	0 38	178 0	0 0 35	0 11
5	45 84	1 99	5	88 51	0 89	5	10 89	0 82	10	0 81	0 11
10	43 85	1 96	10	87 62	0 87	10	10 57	0 31	20	0 27	0 11
15	41 89	1 92	15	86 75	0 85	15	10 26	0 81	30	0 24	0 11
20	39 47	1 90	20	85 90	0 84	20	9 95	0 80	40	0 21	0 11
25	87 57	1 87	25	85 06	0 82	25	9 65	0 29	50	0 19	0 11
30	85 70	1 88	30	84 24	0 81	30	9 86	0 28	174 0	0 0 16	0 11
35	88 87	1 81	35	88 48	0 79	35	9 08	0 28	175 0	0 0 07	0 11
40	82 06	1 78	40	82 64	0 78	40	8 80	0 27	176 0	0 0 02	0 11
45	80 28	1 76	45	81 86	0 76	45	8 53	0 27	177 0	0 0 01	0 11
50	28 52	1 72	50	81 10	0 75	50	8 26	0 26	178 0	0 0 00	0 11
55	26 80	1 70	55	80 85	0 78	55	8 00	0 25	179 0	0 0 00	0 11
159 0	1 25 10	1 68	168 0	0 29 62	0 78	167 0	0 7 75	0 25	180 0	0 0 00	0 11

# Tafel II.

---

ENCKE's Tafel zur Auflösung der LAMBERT'schen Gleichung

Veigl Bd I, pag 504, 557

Tafel zur Auflösung der LAMBERT'schen Gleichung  
 $\log \mu$  in Einheiten der 7 Decimale

$\eta$	$\log \mu$	$\eta$	$\log \mu$	Diff	$\eta$	$\log \mu$	Diff	$\eta$	$\log \mu$	Diff
0 000	0	0 050	458	18	0 100	1815	87	0 150	4099	55
0 001	0	0 051	471	19	0 101	1852	87	0 151	4154	55
0 002	1	0 052	490	19	0 102	1889	87	0 152	4209	56
0 003	2	0 053	509	19	0 103	1926	88	0 153	4265	57
0 004	3	0 054	528	20	0 104	1964	88	0 154	4322	56
0 005	4	0 055	548	20	0 105	2002	38	0 155	4378	57
0 006	6	0 056	568	21	0 106	2040	89	0 156	4435	58
0 007	9	0 057	589	21	0 107	2079	89	0 157	4493	58
0 008	12	0 058	610	21	0 108	2118	40	0 158	4551	58
0 009	15	0 059	631	21	0 109	2158	40	0 159	4609	58
0 010	18	0 060	652	22	0 110	2198	40	0 160	4667	59
0 011	22	0 061	674	23	0 111	2238	41	0 161	4726	60
0 012	26	0 062	697	22	0 112	2279	41	0 162	4786	60
0 013	31	0 063	719	23	0 113	2320	41	0 163	4846	60
0 014	35	0 064	742	24	0 114	2361	42	0 164	4906	60
0 015	41	0 065	766	24	0 115	2408	42	0 165	4966	61
0 016	46	0 066	790	24	0 116	2445	42	0 166	5027	61
0 017	52	0 067	814	24	0 117	2487	43	0 167	5088	62
0 018	59	0 068	838	25	0 118	2530	43	0 168	5150	62
0 019	65	0 069	863	25	0 119	2573	44	0 169	5212	62
0 020	72	0 070	888	26	0 120	2617	44	0 170	5274	63
0 021	80	0 071	914	26	0 121	2661	44	0 171	5337	63
0 022	88	0 072	940	26	0 122	2705	15	0 172	5400	64
0 023	96	0 073	966	27	0 123	2750	45	0 173	5464	64
0 024	104	0 074	993	27	0 124	2795	45	0 174	5528	64
0 025	113	0 075	1020	27	0 125	2840	46	0 175	5592	65
0 026	122	0 076	1047	28	0 126	2886	47	0 176	5657	65
0 027	132	0 077	1075	28	0 127	2933	46	0 177	5722	65
0 028	142	0 078	1103	29	0 128	2979	47	0 178	5787	66
0 029	152	0 079	1132	29	0 129	3026	48	0 179	5853	66
0 030	163	0 080	1161	29	0 130	3074	47	0 180	5919	67
0 031	174	0 081	1190	29	0 131	3121	48	0 181	5986	67
0 032	185	0 082	1219	30	0 132	3169	49	0 182	6053	67
0 033	197	0 083	1249	31	0 133	3218	49	0 183	6120	68
0 034	209	0 084	1280	31	0 134	3267	19	0 184	6188	68
0 035	222	0 085	1311	31	0 135	3316	49	0 185	6256	68
0 036	235	0 086	1342	31	0 136	3365	50	0 186	6324	69
0 037	248	0 087	1373	32	0 137	3415	51	0 187	6393	70
0 038	262	0 088	1405	32	0 138	3466	50	0 188	6463	69
0 039	275	0 089	1437	33	0 139	3516	51	0 189	6532	70
0 040	290	0 090	1470	33	0 140	3567	52	0 190	6602	71
0 041	304	0 091	1502	33	0 141	3619	52	0 191	6673	71
0 042	320	0 092	1535	34	0 142	3671	52	0 192	6744	71
0 043	335	0 093	1569	34	0 143	3723	52	0 193	6815	72
0 044	351	0 094	1603	35	0 144	3775	53	0 194	6887	72
0 045	367	0 095	1638	35	0 145	3828	54	0 195	6959	73
0 046	383	0 096	1673	35	0 146	3882	53	0 196	7031	73
0 047	400	0 097	1708	35	0 147	3935	54	0 197	7104	73
0 048	417	0 098	1743	36	0 148	3989	55	0 198	7177	73
0 049	435	0 099	1779	36	0 149	4044	55	0 199	7250	74
0 050	453	0 100	1815		0 150	4099		0 200	7324	

Tafel zur Auflösung der LAMBERT'schen Gleichung  
 $\log \mu$  in Einheiten der 7 Decimale

241

$\eta$	$\log \mu$	Diff	$\eta$	$\log \mu$	Diff	$\eta$	$\log \mu$	Diff	$\eta$	$\log \mu$	Diff
0 200	7321	75	0 250	11522	95	0 300	16733	115	0 350	23010	137
0 201	7399	71	0 251	11617	91	0 301	16818	115	0 351	23117	137
0 202	7473	75	0 252	11711	95	0 302	16963	116	0 352	23281	138
0 203	7518	76	0 253	11806	95	0 303	17079	116	0 353	23422	138
0 204	7621	76	0 254	11901	96	0 304	17195	117	0 354	23560	139
0 205	7700	76	0 255	11997	96	0 305	17312	117	0 355	23699	139
0 206	7776	77	0 256	12099	97	0 306	17429	117	0 356	23838	139
0 207	7853	77	0 257	12190	97	0 307	17546	118	0 357	23977	140
0 208	7930	77	0 258	12287	97	0 308	17661	119	0 358	24117	141
0 209	8007	78	0 259	12381	98	0 309	17783	118	0 359	24258	141
0 210	8085	78	0 260	12482	98	0 310	17901	119	0 360	24399	141
0 211	8163	79	0 261	12580	99	0 311	18020	120	0 361	24540	142
0 212	8242	79	0 262	12679	99	0 312	18140	120	0 362	24682	142
0 213	8321	79	0 263	12778	99	0 313	18260	121	0 363	24821	143
0 214	8400	80	0 264	12877	100	0 314	18381	121	0 364	24967	143
0 215	8480	80	0 265	12977	100	0 315	18502	121	0 365	25110	144
0 216	8560	81	0 266	13077	101	0 316	18623	122	0 366	25251	144
0 217	8641	81	0 267	13178	101	0 317	18745	122	0 367	25398	145
0 218	8722	81	0 268	13279	101	0 318	18867	122	0 368	25543	145
0 219	8803	82	0 269	13380	102	0 319	18989	123	0 369	25688	146
0 220	8885	82	0 270	13482	103	0 320	19112	121	0 370	25831	146
0 221	8967	82	0 271	13583	103	0 321	19236	121	0 371	25980	146
0 222	9049	83	0 272	13688	103	0 322	19360	121	0 372	26126	147
0 223	9132	81	0 273	13791	103	0 323	19484	125	0 373	26273	148
0 224	9216	81	0 274	13894	101	0 324	19609	125	0 374	26421	148
0 225	9300	81	0 275	13998	101	0 325	19734	126	0 375	26568	149
0 226	9384	81	0 276	14103	101	0 326	19860	126	0 376	26717	149
0 227	9468	85	0 277	14207	106	0 327	19986	127	0 377	26866	149
0 228	9553	85	0 278	14313	105	0 328	20113	127	0 378	27015	150
0 229	9638	86	0 279	14418	106	0 329	20240	127	0 379	27165	150
0 230	9721	86	0 280	14521	107	0 330	20367	128	0 380	27315	151
0 231	9805	87	0 281	14631	107	0 331	20495	129	0 381	27466	151
0 232	9897	87	0 282	14738	107	0 332	20624	128	0 382	27619	152
0 233	9981	87	0 283	14845	108	0 333	20752	130	0 383	27769	152
0 234	10071	88	0 284	14953	108	0 334	20882	129	0 384	27921	152
0 235	10159	88	0 285	15061	108	0 335	21011	130	0 385	28073	153
0 236	10247	88	0 286	15169	109	0 336	21141	131	0 386	28226	153
0 237	10335	89	0 287	15278	109	0 337	21272	131	0 387	28380	154
0 238	10424	89	0 288	15387	110	0 338	21403	131	0 388	28531	154
0 239	10513	90	0 289	15497	111	0 339	21534	132	0 389	28689	155
0 240	10603	90	0 290	15608	110	0 340	21666	132	0 390	28841	155
0 241	10693	91	0 291	15718	111	0 341	21798	133	0 391	28999	156
0 242	10781	91	0 292	15829	112	0 342	21931	133	0 392	29155	156
0 243	10875	91	0 293	15941	112	0 343	22064	134	0 393	29311	157
0 244	10966	92	0 294	16053	112	0 344	22198	135	0 394	29468	158
0 245	11058	92	0 295	16165	113	0 345	22333	134	0 395	29626	158
0 246	11150	92	0 296	16278	113	0 346	22467	135	0 396	29784	158
0 247	11242	93	0 297	16391	111	0 347	22602	136	0 397	29942	159
0 248	11335	94	0 298	16505	111	0 348	22738	136	0 398	30101	159
0 249	11429	98	0 299	16619	111	0 349	22874	136	0 399	30260	160
0 250	11522		0 300	16733		0 350	23010		0 400	30420	

Tafel zur Auflösung der LAMBERT'schen Gleichung  
 $\log \mu$  in Einheiten der 7 Decimale

$\eta$	$\log \mu$	Diff.	$\eta$	$\log \mu$	Diff.	$\eta$	$\log \mu$	Diff.	$\eta$	$\log \mu$	Diff.
0 400	30120		0 130	35115		0 160	40932		0 190	46906	
0 401	30580	160	0 131	35621	176	0 161	41123	191	0 191	47113	207
0 402	30741	161	0 132	35797	176	0 162	41315	192	0 192	47322	209
0 403	30903	162	0 133	35973	177	0 163	41507	192	0 193	47531	209
0 404	31061	161	0 134	36150	177	0 164	41700	193	0 194	47740	210
0 405	31226	162	0 135	36327	178	0 165	41893	191	0 195	47950	211
0 406	31389	163	0 136	36505	178	0 166	42087	191	0 196	48161	212
0 407	31552	161	0 137	36683	179	0 167	42281	195	0 197	48373	212
0 408	31716	165	0 138	36862	180	0 168	42476	196	0 198	48585	212
0 409	31881		0 139	37042		0 169	42672		0 199	48797	
		164			180			196			213
0 410	32045	165	0 140	37222	180	0 170	42868	196	0 50	49010	2163
0 411	32210	166	0 141	37402	181	0 171	43061	197	0 51	51173	2221
0 412	32376	166	0 142	37583	182	0 172	43261	198	0 52	53397	2281
0 413	32542	167	0 143	37765	182	0 173	43459	198	0 53	55681	2348
0 414	32709	168	0 144	37947	183	0 174	43657	199	0 54	58029	2412
0 415	32877	168	0 145	38130	183	0 175	43856	199	0 55	60441	2478
0 416	33045	168	0 146	38313	183	0 176	44055	200	0 56	62919	2543
0 417	33213	168	0 147	38496	184	0 177	44255	201	0 57	65461	2615
0 418	33381	169	0 148	38680	185	0 178	44456	201	0 58	68079	2686
0 419	33550		0 149	38865		0 179	44657		0 59	70765	
		170			185			201			2760
0 420	33720	170	0 450	39050	186	0 480	44858	202	0 60	73525	2826
0 421	33890	171	0 451	39236	186	0 481	45060	203	0 61	76361	2893
0 422	34061	171	0 452	39422	187	0 482	45263	201	0 62	79274	2964
0 423	34232	172	0 453	39609	188	0 483	45467	201	0 63	82268	2977
0 424	34401	172	0 454	39797	188	0 484	45671	201	0 64	85345	3073
0 425	34576	173	0 455	39985	188	0 485	45875	205	0 65	88508	3163
0 426	34749	171	0 456	40173	189	0 486	46080	205	0 66	91759	3251
0 427	34923	171	0 457	40362	189	0 487	46285	206	0 67	95103	3341
0 428	35097	174	0 458	40551	190	0 488	46491	207	0 68	98542	3439
0 429	35271		0 459	40741		0 489	46698		0 69	102081	
		174			191			208			3542
0 430	35445		0 460	40932		0 490	46906		0 70	105723	

Wenn

$$(r_1 + r_2 + s_2)^{\frac{1}{2}} - (r_1 + r_2 - s_2)^{\frac{1}{2}} = 6 \kappa(T_2 - T_1),$$

so wird, indem man setzt

$$\tau_2 = 2\kappa(T_2 - T_1)$$

und berechnet

$$\eta = \frac{\tau_2}{(r_1 + r_2)^{\frac{1}{2}}}$$

und mit diesem Werth von  $\eta$  aus vorstehender Tafel  $\log \mu$  entnimmt

$$s_2 = \frac{\mu \cdot \tau_2}{(r_1 + r_2)^{\frac{1}{2}}}$$



# Tafel III.

Tafeln zur Berechnung der Parallaxe für Cometen- und Planeten  
beobachtungen nach HANSFEN

---

$$p_{\alpha} = \alpha - \alpha' = \frac{\pi \rho \cos \varphi' \sin t}{\Delta \cos \delta}$$

$$p_{\delta} = \delta - \delta' = \frac{1}{\Delta} (-\pi \rho \cos \varphi' \cos t \sin \delta + \pi \rho \sin \varphi' \cos \delta)$$

Die Tafel giebt mit dem Argument Stundenwinkel  $t$  für die bekanntesten  
Sternwarten

$$T_{\alpha} = \pi \rho \cos \varphi' \sin t$$

$$T_{\delta} = -\pi \rho \cos \varphi' \cos t$$

und unter dem Ortsnamen den Logarithmus von

$$T_{\delta}' = \pi \rho \sin \varphi'$$

Dann ist

$$p_{\alpha} = \frac{T_{\alpha}}{\Delta \cos \delta} \quad p_{\delta} = \frac{1}{\Delta} (T_{\delta} \sin \delta + T_{\delta}' \cos \delta)$$

Die Sonnenparallaxe  $\pi$  ist zu  $8'' 80$  angenommen

(Vergl. Bd I, pag 466, wo statt der hiesigen Bezeichnungen für

$$\rho, t, \Delta, T_{\alpha}, T_{\delta}, T_{\delta}'$$

gesetzt sind

$$[\rho], \theta - \alpha, \rho, A, D_1, D_2)$$

Argument für $\alpha$ +		Albany	Algier	Allgheeny	Altamburg	Ann Arbor	Arcetri	Argument für $\delta$ +	
		0 7733	0 7189	0 7511	0 8328	0 7701	0 7822		
0 <sup>h</sup>	0 <sup>m</sup>	12 <sup>s</sup> 0 <sup>m</sup>	0 <sup>m</sup> 00	0 <sup>m</sup> 00	0 <sup>m</sup> 00	0 <sup>m</sup> 00	0 <sup>m</sup> 00	0 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	0 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>
10	11 50	0 28 28	0 31 31	0 30 29	0 21 21	0 29 28	0 28 28	5 50	10
20	40	0 57 28	0 62 30	0 59 28	0 18 21	0 57 29	0 56 27	10	20
30	30	0 85 27	0 92 30	0 87 29	0 72 23	0 86 27	0 83 27	30	30
40	20	1 12 28	1 22 31	1 16 29	0 95 21	1 13 28	1 10 28	20	40
50	10	1 40 28	1 53 30	1 45 29	1 19 21	1 11 28	1 38 27	10	50
1	0	11 0	1 68 27	1 83 29	1 71 28	1 69 27	1 65 26	5 0	0
10	10 50	1 95 27	2 12 30	2 02 28	1 66 23	1 96 27	1 91 27	1 50	10
20	40	2 22 26	2 42 28	2 30 27	1 89 23	2 23 27	2 18 26	10	20
30	30	2 18 25	2 70 28	2 57 26	2 12 22	2 50 26	2 11 25	30	30
40	20	2 73 26	2 98 28	2 83 26	2 31 21	2 76 25	2 69 25	20	40
50	10	2 99 25	3 26 27	3 09 26	2 55 21	3 01 25	2 91 24	10	50
2	0	10 0	3 21 24	3 53 26	3 35 24	3 26 25	3 18 24	1 0	0
10	9 50	3 18 24	3 79 26	3 59 24	2 96 21	3 31 25	3 12 23	1 50	10
20	40	3 72 23	4 05 25	3 81 21	3 17 19	3 75 23	3 60 24	10	20
30	30	3 95 22	4 30 24	4 07 23	3 36 19	3 98 22	3 88 22	30	30
40	20	4 17 21	4 51 23	4 30 22	3 55 18	4 20 21	4 10 21	20	40
50	10	4 38 20	5 17 22	4 52 22	4 13 18	4 41 20	4 31 19	10	50
3	0	9 0	4 58 19	5 49 21	5 31 16	5 16 20	5 00 19	3 0	0
10	8 50	4 77 19	5 20 21	6 01 20	5 07 16	5 41 18	5 29 18	3 50	10
20	10	4 96 18	5 41 19	6 11 18	5 23 16	6 09 18	5 57 18	10	20
30	30	5 11 17	6 00 19	6 32 17	5 39 13	6 17 17	6 05 16	30	30
40	20	5 31 15	6 29 17	6 49 16	5 52 13	6 31 16	6 21 16	20	40
50	10	5 46 15	6 46 16	6 55 16	6 05 13	6 50 15	6 37 14	10	50
4	0	8 0	6 12 14	6 81 14	6 78 12	6 65 14	6 51 14	2 0	0
10	7 50	6 75 12	6 26 13	6 95 13	6 90 10	7 39 14	7 26 13	1 50	10
20	40	6 87 12	6 39 13	6 08 11	6 00 10	7 51 12	7 37 11	10	20
30	30	6 99 10	6 52 11	6 19 11	6 10 9	8 02 11	7 88 10	30	30
40	20	6 09 8	6 63 10	6 30 9	6 19 8	8 13 11	7 98 9	20	40
50	10	6 17 8	6 73 9	6 39 8	6 27 6	8 21 8	8 07 8	10	50
5	0	7 0	6 25 7	6 82 7	6 47 6	8 29 7	8 15 6	1 0	0
10	6 50	6 32 6	6 89 6	6 54 6	6 39 5	8 36 7	8 21 5	0 50	10
20	10	6 38 4	6 95 5	6 60 5	6 11 4	8 42 6	8 26 5	40	20
30	30	6 12 3	7 00 3	6 65 3	6 18 2	8 46 4	8 31 3	30	30
40	20	6 15 2	7 03 2	6 68 1	6 50 2	8 49 3	8 31 1	20	40
50	10	6 47 1	7 05 1	6 69 1	6 52 0	8 51 2	8 35 1	10	50
6	0	6 0	6 48	6 70	6 52	8 52	8 36	0 0	0

Wenn  $t > 12^h$  sind  $T_a$  und  $T_b$  mit dem Argument  $t - 12^h$  und in beiden Fällen mit entgegengesetztem Vorzeichen zu nehmen

$$\text{Par in } \alpha = \frac{T_a}{\Delta \cos \delta}$$

$$\text{Par in } \delta = \frac{1}{\Delta} (T_b \sin \delta + T_b' \cos \delta).$$

Argument fin $T_a$ +			Acquipt		Armagh		Athen		Bumburg		Bukin		Berington		Argument fin $T_b$ —			+
			0 3977 <sub>n</sub>		0 8525		0 7312		0 8260		0 8120		0 8083					
0 <sup>h</sup>	0 <sup>m</sup>	12 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	0 <sup>h</sup> 00	37	0 <sup>h</sup> 00	23	0 <sup>h</sup> 00	30	0 <sup>h</sup> 00	25	0 <sup>h</sup> 00	21	0 <sup>h</sup> 00	26	6 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>		
10	11	50	0 37	36	0 23	22	0 30	31	0 25	25	0 21	23	0 26	26	5	50	10	
20		10	0 73	37	0 45	22	0 61	30	0 50	25	0 17	23	0 52	26		10	20	
30		30	1 10	37	0 67	22	0 91	29	0 79	21	0 70	23	0 78	26		30	30	
40		20	1 47	36	0 89	22	1 20	30	0 99	23	0 93	23	1 01	26		20	10	
50		10	1 83		1 11		1 50		1 22		1 16		1 30			10	50	
				36		22		30		21		23		25				
1	0	11	2 19	35	1 33	21	1 80	29	1 46	21	1 39	22	1 55	25	5	0	7	0
10	10	50	2 51	35	1 51	22	2 09	29	1 70	24	1 61	23	1 80	25	1	50	10	
20		10	2 89	34	1 76	21	2 38	28	1 91	23	1 81	22	2 05	24		10	20	
30		30	3 23	31	1 97	20	2 66	27	2 17	23	2 06	21	2 29	24		30	30	
40		20	3 57	33	2 17	20	2 93	27	2 40	22	2 27	21	2 53	23		20	10	
50		10	3 90		2 37		3 20		2 62		2 48		2 76			10	50	
				32		20		27		21		20		23				
2	0	10	4 22	32	2 57	19	3 47	26	2 83	22	2 68	20	2 99	22	1	0	8	0
10	9	50	4 51	30	2 76	18	3 73	25	3 05	21	2 88	20	3 21	22	3	50	10	
20		10	4 81	30	2 91	18	3 98	25	3 26	20	3 08	19	3 43	21		10	20	
30		30	5 11	29	3 12	18	4 23	23	3 46	19	3 27	18	3 61	21		30	30	
40		20	5 43	28	3 30	17	4 46	23	3 65	19	3 45	18	3 85	19		20	10	
50		10	5 71		3 47		4 69		3 81		3 63		4 01			10	50	
				26		16		22		18		17		19				
3	0	9	5 97	26	3 63	16	4 91	21	4 02	17	3 80	16	4 23	18	3	0	9	0
10	8	50	6 23	21	3 79	15	5 12	20	4 19	17	3 96	15	4 41	17	2	50	10	
20		10	6 47	23	3 91	11	5 32	19	4 36	15	4 11	15	4 58	17		40	20	
30		30	6 70	22	4 08	13	5 51	18	4 51	11	4 26	11	4 75	15		30	30	
40		20	6 92	21	4 21	13	5 69	17	4 65	13	4 40	12	4 90	15		20	40	
50		10	7 13		4 31		5 86		4 78		4 52		5 05			10	50	
				19		11		16		13		12		13				
4	0	8	7 32	18	4 45	10	6 02	11	4 91	12	4 61	12	5 18	12	2	0	10	0
10	7	50	7 50	16	4 55	10	6 16	13	5 03	11	4 76	10	5 30	12	1	50	10	
20		10	7 66	11	4 65	9	6 29	12	5 11	10	4 86	10	5 42	10		10	20	
30		30	7 80	11	4 71	9	6 41	11	5 21	9	4 96	8	5 52	10		30	30	
40		20	7 91	12	4 83	7	6 52	10	5 33	8	5 01	8	5 62	8		20	10	
50		10	8 06		4 90		6 62		5 41		5 12		5 70			10	50	
				10		6		8		7		6		8				
5	0	7	8 16	9	4 96	5	6 70	8	5 48	6	5 18	6	5 78	6	1	0	11	0
10	6	50	8 25	7	5 01	5	6 78	6	5 51	5	5 21	5	5 81	6	0	50	10	
20		10	8 32	6	5 06	3	6 81	1	5 59	1	5 29	3	5 90	1		40	20	
30		30	8 38	6	5 09	3	6 88	3	5 63	3	5 32	2	5 91	2		30	30	
40		20	8 42	2	5 12	1	6 91	2	5 66	2	5 31	2	5 96	2		20	10	
50		10	8 41		5 13		6 93		5 68		5 36		5 98			10	50	
				1		1		1		0		1		1				
6	0	6	8 45		5 11		6 91		5 68		5 37		5 99		0	0	12	0

Wenn  $t > 12^h$  sind  $T_a$  und  $T_b$  mit dem Argument  $t - 12^h$  und in beiden Fällen mit entgegengesetztem Vorzeichen zu nehmen.

$$\text{Par in } \alpha = \frac{T_a}{\Delta \cos \delta}$$

$$\text{Par in } \delta = \frac{1}{\Delta} (T_b \sin \delta + T_b' \cos \delta).$$



Argument für $T_a$ +		Cambridge Mass		Charkow		Charlottesville		Chicago		Christiania		Cincinnati		Argument für $T_b$ — +	
		0 7709		0 8266		0 7319		0 7664		0 8798		0 7124		—	+
04	0m	12h	0m	0' 00	29	0' 00	25	0' 00	31	0' 00	29	0' 00	19	6h	0m
10	11	50	0 29	26	0 25	25	0 31	30	0 29	29	0 19	19	0 30	30	5 50
20	40	0 57	29	0 50	25	0 61	30	0 58	29	0 38	20	0 60	29	10	20
30	30	0 86	27	0 75	21	0 91	29	0 87	28	0 56	19	0 89	29	30	30
40	20	1 13	28	0 99	23	1 20	30	1 15	27	0 77	18	1 18	30	20	10
50	10	1 41	27	1 22	21	1 50	30	1 12	28	0 95	19	1 18	29	10	50
1	0	11	0	1 68	28	1 16	21	1 80	29	1 11	19	1 77	29	5 0	7 0
10	10	50	1 96	27	1 70	21	2 09	29	1 98	27	1 33	18	2 06	28	1 50
20	40	2 23	26	1 91	23	2 38	28	2 25	27	1 51	18	2 31	28	10	20
30	30	2 49	26	2 17	23	2 66	27	2 52	26	1 69	18	2 62	27	30	30
40	20	2 75	25	2 10	22	2 93	27	2 78	25	1 87	17	2 89	27	20	10
50	10	3 00	25	2 62	21	3 20	27	3 03	25	2 01	17	3 16	26	10	50
2	0	10	0	3 25	25	2 83	21	3 17	26	2 21	17	3 42	25	1 0	8 0
10	9	50	3 50	23	3 01	21	3 73	25	3 53	21	2 38	16	3 67	25	3 50
20	40	3 73	23	3 25	20	3 98	21	3 77	23	2 51	15	3 92	21	10	20
30	30	3 96	23	3 15	19	4 23	23	4 00	22	2 69	15	4 16	21	30	30
40	20	4 19	21	3 61	19	4 16	22	4 22	21	2 81	11	4 10	23	20	40
50	10	4 40	20	3 83	18	4 68	22	4 13	21	2 98	11	4 62	21	10	50
3	0	9	0	4 60	20	4 01	17	4 40	21	3 12	11	4 83	21	3 0	9 0
10	8	50	4 80	18	4 18	17	5 11	21	4 81	19	3 26	13	5 01	20	2 50
20	40	4 98	18	4 35	15	5 32	19	5 03	18	3 39	12	5 24	19	40	20
30	30	5 16	17	4 50	11	5 51	18	5 21	17	3 51	11	5 43	17	80	30
40	20	5 33	16	4 64	13	6 09	17	5 38	16	3 62	11	5 60	16	20	40
50	10	5 49	15	4 77	13	6 26	15	5 51	15	3 73	10	5 76	16	10	50
4	0	8	0	5 61	11	4 90	12	5 69	11	4 83	9	5 92	11	2 0	10 0
10	7	50	5 78	12	5 02	11	6 15	13	5 83	12	3 92	9	6 06	11	1 50
20	40	5 90	12	5 13	10	6 28	12	5 95	11	4 01	8	6 20	12	10	20
30	30	6 02	10	5 23	9	6 40	12	6 06	11	4 09	7	6 32	10	30	30
40	20	6 12	9	5 32	8	6 52	10	6 17	9	4 16	6	6 42	10	20	40
50	10	6 21	8	5 40	7	7 04	8	6 26	8	4 22	5	6 52	8	10	50
5	0	7	0	6 29	6	5 47	6	6 31	7	4 27	5	6 60	7	1 0	11 0
10	6	50	6 35	6	5 53	5	6 77	6	6 11	5	4 32	4	6 67	6	0 50
20	40	6 41	5	5 58	4	6 83	5	6 16	4	4 36	3	6 73	5	40	20
30	30	6 45	3	5 62	3	6 87	4	6 50	3	4 39	2	6 78	3	30	30
40	20	6 48	2	5 65	2	6 91	3	6 53	2	4 41	1	6 81	2	20	40
50	10	6 50	1	5 67	1	6 93	1	6 55	1	4 42	0	6 82	1	10	50
6	0	6	0	6 51	0	6 67	0	6 56	0	4 42	0	6 83	0	0 0	12 0

Wenn  $t > 12^h$  sind  $T_a$  und  $T_b$  mit dem Argument  $t - 12^h$  und in beiden Fällen mit entgegengesetztem Vorzeichen zu nehmen.

$$\text{Par in } \alpha = \frac{T_a}{\Delta \cos \delta}$$

$$\text{Par in } \delta = \frac{1}{\Delta} (T_b \sin \delta + T_b' \cos \delta)$$

Argument für $T_a$		Clinton		Cordoba		Denver		Dorpat		Dublin		Düsseldorf		Argument für $T_b$	
+		0 7765		0 6591 <sub>n</sub>		0 7173		0 8729		0 8171		0 6313		-	
0 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	12 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	0 <sup>h</sup> 00	28	0 <sup>h</sup> 00	33	0 <sup>h</sup> 00	30	0 <sup>h</sup> 00	21	0 <sup>h</sup> 00	23	0 <sup>h</sup> 00	21	6 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>
10	11 50	0 28	28	0 33	33	0 30	29	0 21	20	0 23	23	0 21	21	5 50	10
20	10	0 56	28	0 66	33	0 59	29	0 41	20	0 16	23	0 18	21	10	20
30	30	0 81	27	0 98	32	0 88	29	0 61	20	0 69	23	0 72	23	30	30
40	20	1 11	28	1 30	32	1 17	30	0 81	19	0 91	22	0 95	21	20	10
50	10	1 39	28	1 62	32	1 17	29	1 00	19	1 13	23	1 19	21	10	50
1 0	11 0	1 67	27	1 94	32	1 76	28	1 19	20	1 36	22	1 13	23	5 0	7 0
10	10 50	1 91	27	2 26	31	2 01	28	1 39	19	1 58	22	1 66	23	1 50	10
20	40	2 21	26	2 57	30	2 32	28	1 58	19	1 80	21	1 89	23	10	20
30	30	2 17	25	2 87	30	2 60	27	1 77	18	2 01	21	2 12	22	30	30
40	20	2 72	25	3 17	30	2 87	26	1 95	19	2 22	21	2 34	21	20	10
50	10	2 97	25	3 47	29	3 18	26	2 11	18	2 43	20	2 55	21	10	50
2 0	10 0	3 22	21	3 76	28	3 39	25	2 32	17	2 63	19	2 76	20	1 0	8 0
10	9 50	3 16	23	3 61	28	3 61	25	2 49	16	2 82	19	2 96	21	3 50	10
20	10	3 69	23	4 32	26	3 89	21	2 65	16	3 01	19	3 17	19	10	20
30	30	3 92	23	4 58	25	4 13	23	2 81	16	3 20	18	3 36	19	30	30
40	20	4 11	21	4 83	24	4 36	22	2 97	15	3 38	17	3 55	18	20	10
50	10	4 35	20	5 07	24	4 58	21	3 12	15	3 55	17	4 13	18	10	50
3 0	9 0	4 55	19	5 31	23	5 19	21	3 27	11	3 72	16	3 91	16	3 0	9 0
10	8 50	4 71	19	5 51	22	5 00	20	3 11	13	3 88	15	4 07	16	2 50	10
20	10	4 93	18	5 76	21	5 20	18	3 51	13	4 03	11	4 23	15	10	20
30	30	5 11	17	5 97	19	5 38	18	3 67	12	4 17	11	4 38	11	30	30
40	20	5 28	15	6 16	17	5 56	16	3 79	11	4 31	12	4 52	13	20	10
50	10	5 43	15	6 33	17	5 72	16	3 90	11	4 48	12	4 65	13	10	50
4 0	8 0	5 58	13	6 50	16	5 88	11	4 01	10	4 55	11	4 78	12	2 0	10 0
10	7 50	5 71	13	6 66	14	6 02	13	4 11	9	4 66	10	4 90	10	1 50	10
20	10	5 81	11	6 80	13	6 15	11	4 20	8	4 76	9	5 00	10	10	20
30	30	5 95	10	6 93	13	6 26	11	4 28	7	4 85	9	5 10	9	30	30
40	20	6 05	9	7 06	11	6 37	10	4 35	6	4 91	8	5 19	8	20	10
50	10	6 11	7	7 17	9	6 47	8	4 41	5	5 02	6	5 27	6	10	50
5 0	7 0	6 21	7	7 26	8	6 55	7	4 46	5	5 08	5	5 33	6	1 0	11 0
10	6 50	6 28	6	7 31	6	6 62	6	4 51	4	5 13	5	5 39	5	0 50	10
20	10	6 31	5	7 40	5	6 68	5	4 55	3	5 18	4	5 41	4	10	20
30	30	6 38	3	7 45	4	6 71	4	4 58	2	5 22	3	5 48	3	30	30
40	20	6 41	2	7 49	3	6 76	3	4 60	1	5 21	2	5 50	2	20	10
50	10	6 43	0	7 51	1	6 77	1	4 61	1	5 25	1	5 52	0	10	50
6 0	6 0	6 43	0	7 52	0	6 78	0	4 62	0	5 26	0	5 52	0	0 0	12 0

Wenn  $t > 12^h$  sind  $T_a$  und  $T_b$  mit dem Argument  $t - 12^h$  und in beiden Fällen mit entgegengesetztem Vorzeichen zu nehmen

$$\text{Par in } \alpha = \frac{T_a}{\Delta \cos \delta}$$

$$\text{Par in } \delta = \frac{1}{\Delta} (T_a \sin \delta + T_b' \cos \delta).$$

Argument für $\lambda$			Edinburgh		Genf		Georgetown		Glasgow		Glasgow Miss		Göttingen		Argument für $\delta$		
+			0 8610		0 8608		0 7402		0 8606		0 7112		0 8363		— +		
$0^h$	$0^m$	$12^s$	$0^h$	$0^m$	$0^h$	$0^m$	$0^h$	$0^m$	$0^h$	$0^m$	$0^h$	$0^m$	$0^h$	$0^m$	$6^h$	$0^m$	$6^h$
10	11	50	0 22	21	0 27	26	0 30	30	0 22	21	0 30	30	0 21	21	5 50	10	
20		10	0 13	22	0 13	27	0 60	29	0 13	22	0 60	29	0 18	24	10	20	
30		30	0 65	21	0 80	26	0 89	30	0 65	21	0 89	29	0 72	23	30	30	
40		20	0 86	20	1 06	26	1 19	29	0 86	21	1 18	30	0 95	21	20	40	
50		10	1 06	21	1 32	26	1 18	29	1 07	21	1 18	29	1 19	23	10	50	
1	0	11	0	1 27	1 58	25	1 77	29	1 28	21	1 77	29	1 12	23	5 0	7 0	
10	10	50	1 18	21	1 83	26	2 06	29	1 19	20	2 06	28	1 65	23	4 50	10	
20		10	1 69	20	2 09	25	2 35	28	1 69	20	2 31	28	1 88	22	10	20	
30		30	1 89	20	2 31	21	2 63	27	1 89	20	2 62	27	2 10	22	30	30	
40		20	2 09	19	2 58	23	2 90	26	2 09	20	2 89	26	2 32	22	20	40	
50		10	2 28	19	2 81	21	3 16	26	2 29	19	3 15	26	2 51	20	10	50	
2	0	10	0	2 17	3 05	23	3 12	26	2 18	18	3 11	25	2 74	20	4 0	8 0	
10	9	50	2 65	18	3 28	22	3 68	25	2 66	17	3 66	25	2 91	20	3 50	10	
20		10	2 83	17	3 50	21	3 93	21	2 83	18	3 91	21	3 11	20	10	20	
30		30	3 00	17	3 71	21	1 17	21	3 01	17	1 15	21	3 31	19	30	30	
40		20	3 17	16	3 92	20	1 11	22	3 18	16	4 39	22	8 53	18	20	40	
50		10	3 33	16	1 12	20	1 63	22	3 34	16	1 61	21	3 71	17	10	50	
3	0	9	0	3 19	1 32	18	1 85	20	3 50	17	1 82	21	3 88	17	3 0	9 0	
10	8	50	3 61	11	1 50	17	5 06	20	3 65	14	5 03	20	1 05	16	2 50	10	
20		10	3 78	11	1 67	17	5 25	19	3 79	11	5 23	19	1 21	15	10	20	
30		30	3 92	13	1 81	16	5 11	18	3 93	13	5 12	17	1 36	13	30	30	
40		20	1 05	12	5 00	11	5 62	17	1 06	12	5 59	16	1 19	13	20	40	
50		10	4 17	11	5 11	11	5 79	15	1 18	11	5 75	16	1 62	13	10	50	
1	0	8	0	1 28	5 28	13	5 91	11	1 29	10	5 91	11	1 75	12	2 0	10 0	
10	7	50	1 38	9	5 11	12	6 08	13	1 39	9	6 05	13	1 87	10	1 50	10	
20		10	1 17	9	5 53	11	6 21	12	1 18	9	6 18	12	1 97	9	10	20	
30		30	1 56	8	5 61	9	6 33	11	1 57	8	6 30	11	5 06	9	30	30	
40		20	1 61	7	5 73	9	6 11	10	1 65	7	6 11	10	5 15	8	20	40	
50		10	1 71	6	5 82	7	6 51	8	1 72	5	6 51	8	5 23	7	10	50	
4	0	7	0	1 77	5 89	7	6 62	7	1 77	5	6 59	7	5 30	6	1 0	11 0	
10	6	50	1 82	1	5 96	5	6 69	6	1 82	5	6 66	6	5 36	1	0 50	10	
20		10	1 86	1	6 01	1	6 75	5	1 87	1	6 72	5	5 10	1	10	20	
30		30	1 89	2	6 05	1	6 80	3	1 91	2	6 77	3	5 13	2	30	30	
40		20	1 91	1	6 08	2	6 83	2	1 91	1	6 80	1	5 16	2	20	40	
50		10	1 92	1	6 10	0	6 84	1	1 94	0	6 81	1	5 18	1	10	50	
6	0	6	0	1 93	6 10		6 86		1 94		6 82		5 19		0 0	12 0	

Wenn  $t > 12^h$  sind  $T_a$  und  $T_b$  mit dem Argument  $t - 12^h$  und in beiden Fällen mit entgegengesetztem Vorzeichen zu nehmen

$$\text{Par in } \sigma = \Delta \frac{T_a}{\cos \delta}$$

$$\text{Par in } \delta = \frac{1}{\Delta} (T_b \sin \delta + T_b' \cos \delta)$$



Argument für $T_z$ +		Greenwich	Hamburg	Heidelberg	Helsingfors	Jena	Kaloga	Argument für $T_z$ -	
		0 8359	0 8180	0 8229	0 8810	0 8321	0 8032		
0 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	12 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	0 <sup>h</sup> 00	0 <sup>h</sup> 00	0 <sup>h</sup> 00	0 <sup>h</sup> 00	0 <sup>h</sup> 00	0 <sup>h</sup> 00	0 <sup>h</sup> 00	0 <sup>h</sup> 00
10	11 50	0 21	0 23	0 25	0 19	0 25	0 27	5 50	10
20	10	0 18	0 16	0 50	0 38	0 19	0 53	10	20
30	30	0 72	0 69	0 75	0 58	0 73	0 80	30	30
40	20	0 95	0 91	0 99	0 77	0 96	1 06	20	10
50	10	1 18	1 19	1 21	0 95	1 20	1 31	10	50
1	0	1 12	1 13	1 18	1 13	1 11	1 57	5 0	7 0
10	10 50	1 65	1 57	1 72	1 32	1 67	1 62	1 50	10
20	10	1 88	1 79	1 96	1 50	1 90	2 08	10	20
30	30	2 10	2 01	2 20	1 68	2 13	2 33	30	30
40	20	2 32	2 22	2 13	1 85	2 35	2 57	20	10
50	10	2 51	2 42	2 65	2 03	2 57	2 80	10	50
2	0	2 75	2 62	2 86	2 20	2 78	3 03	1 0	8 0
10	9 50	2 95	2 81	3 08	2 36	2 98	3 26	3 50	10
20	10	3 15	3 00	3 29	2 52	3 18	3 18	10	20
30	30	3 31	3 19	3 49	2 67	3 38	3 69	30	30
40	20	3 53	3 37	3 69	2 82	3 57	3 90	20	10
50	10	3 71	3 54	3 88	2 96	3 75	4 10	10	50
3	0	3 88	3 71	4 06	3 10	3 93	4 29	3 0	9 0
10	8 50	4 05	3 87	4 23	3 23	4 10	4 17	2 50	10
20	10	4 21	4 02	4 10	3 36	4 26	4 61	10	20
30	30	4 36	4 16	4 55	3 48	4 41	4 81	30	30
40	20	4 50	4 30	4 70	3 60	4 55	4 97	20	10
50	10	4 63	4 42	4 81	3 71	4 69	5 12	10	50
4	0	4 75	4 53	4 97	3 80	4 81	5 25	2 0	10 0
10	7 50	4 87	4 61	5 09	3 89	4 92	5 38	1 50	10
20	10	4 97	4 75	5 20	3 98	5 03	5 50	10	20
30	30	5 07	4 81	5 30	4 06	5 13	5 61	30	30
40	20	5 16	4 92	5 39	4 13	5 22	5 70	20	10
50	10	5 21	4 99	5 47	4 19	5 30	5 78	10	50
5	0	5 30	5 06	5 51	4 21	5 38	5 86	1 0	11 0
10	6 50	5 36	5 11	5 50	4 29	5 42	5 93	0 50	10
20	10	5 41	5 16	5 65	4 33	5 47	5 98	10	20
30	30	5 44	5 19	5 69	4 36	5 50	6 02	30	30
40	20	5 47	5 22	5 72	4 38	5 53	6 01	20	10
50	10	5 49	5 23	5 74	4 39	5 55	6 06	10	50
6	0	5 49	5 21	5 74	4 39	5 56	6 07	0 0	12 0

Wenn  $t > 12^h$  sind  $T_a$  und  $T_b$  mit dem Argument  $t - 12^h$  und in beiden Fällen mit entgegengesetztem Vorzeichen zu nehmen

$$\text{Par in } \alpha = \Delta \cos \delta$$

$$\text{Par in } \delta = \frac{1}{\Delta} (T_b \sin \delta + T_b' \cos \delta)$$

Argument für $T_a$		Kristadt	Karlshub	Kasan	Kiel	Königsberg	Kopenhagen	Argument für $T_b$	
-		0 6880 <sub>n</sub>	0 8203	0 8601	0 8524	0 8511	0 8596	-	+
(h) 0 <sup>m</sup>	12 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	0'' 00	0'' 00	0'' 00	0'' 00	0'' 00	0'' 00	6 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>
10	11 50	0 32 32	0 26 26	0 22 22	0 23 23	0 22 22	0 22 23	5 50	10
20	10	0 61 32	0 51 25	0 44 21	0 46 23	0 45 23	0 44 22	10	20
30	30	0 95 32	0 76 21	0 65 21	0 68 21	0 67 21	0 66 21	30	30
40	20	1 27 31	1 00 25	0 86 21	0 89 22	0 88 22	0 87 20	20	10
50	10	1 58 31	1 25 21	1 07 21	1 11 22	1 10 22	1 07 21	10	50
1 0	11 0	1 89 31	1 19 21	1 28 21	1 33 22	1 32 21	1 28 21	5 0	7 0
10	10 50	2 20 30	1 73 25	1 49 21	1 55 21	1 53 21	1 49 21	1 50	10
20	10	2 50 29	1 98 21	1 70 20	1 76 21	1 71 21	1 70 20	10	20
30	30	2 79 29	2 22 23	1 90 20	1 97 20	1 95 20	1 90 20	30	30
40	20	3 08 29	2 15 22	2 10 19	2 17 20	2 15 20	2 10 20	20	10
50	10	3 37 28	2 67 22	2 29 19	2 37 20	2 35 20	2 30 19	10	50
2 0	10 0	3 65 28	2 80 22	2 48 18	2 57 19	2 55 19	2 49 18	4 0	8 0
10	9 50	3 93 26	3 11 21	2 66 18	2 76 18	2 74 18	2 67 17	3 50	10
20	10	4 19 25	3 32 20	2 81 18	2 94 18	2 92 18	2 81 18	10	20
30	30	4 41 25	3 52 20	3 02 17	3 12 18	3 10 17	3 02 17	30	30
40	20	4 69 24	3 72 19	3 19 16	3 30 17	3 27 17	3 19 16	20	10
50	10	4 93 23	3 91 18	3 35 16	3 47 17	3 44 16	3 35 16	10	50
3 0	9 0	5 16 23	4 09 17	3 51 15	3 64 16	3 60 16	3 51 15	4 0	9 0
10	8 50	5 39 21	4 26 16	3 66 14	3 80 11	3 76 11	3 66 15	2 50	10
20	10	5 60 20	4 42 16	3 80 13	3 94 11	3 90 11	3 81 11	10	20
30	30	5 80 19	4 58 15	3 93 13	4 08 11	4 04 11	3 95 13	30	30
40	20	5 99 18	4 73 14	4 06 12	4 22 12	4 18 12	4 08 12	20	10
50	10	6 17 16	4 87 13	4 18 12	4 34 11	4 30 11	4 20 11	10	50
1 0	8 0	6 33 15	5 00 12	4 30 10	4 45 11	4 41 10	4 31 10	2 0	10 0
10	7 50	6 48 11	5 12 12	4 40 9	4 56 10	4 51 10	4 41 9	1 50	10
20	10	6 62 13	5 21 10	4 49 8	4 66 9	4 61 9	4 50 9	40	20
30	30	6 75 11	5 31 9	4 57 8	4 75 8	4 70 8	4 59 8	30	30
40	20	6 86 11	5 43 8	4 65 7	4 83 7	4 78 7	4 67 7	20	10
50	10	6 97 9	5 51 8	4 72 7	4 90 6	4 85 6	4 74 6	10	50
5 0	7 0	7 08 7	5 59 6	4 79 5	4 96 5	4 92 5	4 80 5	1 0	11 0
10	6 50	7 13 7	5 65 5	4 84 4	5 01 4	4 97 4	4 85 4	0 50	10
20	10	7 20 5	5 70 3	4 88 3	5 06 3	5 01 3	4 89 3	10	20
30	30	7 25 3	5 73 3	4 91 3	5 09 3	5 05 2	4 92 3	30	30
40	20	7 28 2	5 76 1	4 94 1	5 12 1	5 07 2	4 95 1	20	10
50	10	7 30 1	5 77 1	4 95 1	5 13 1	5 09 0	4 96 1	10	50
6 0	6 0	7 31	5 78	4 96	5 14	5 09	4 97	0 0	12 0

Wenn  $t > 12^h$  sind  $T_a$  und  $T_b$  mit dem Argument  $t - 12^h$  und in beiden Fällen mit entgegengesetztem Vorzeichen zu nehmen

$$\text{Par. in } \alpha = \frac{T_a}{\Delta \cos \delta}$$

$$\text{Par. in } \delta = \frac{1}{\Delta} (T_b \sin \delta + T_b' \cos \delta)$$

Argument für $T_a$ +			Kremsmünster	Landstuhl	Li Ptun	Leiden	Leipzig	Lissabon	Argument für $T_b$ — +	
			08139	08229	06997,	08100	08351	07383		
0 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	12 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	0 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	0 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	0 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	0 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	0 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	0 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	0 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>
10	11 50	0 26	0 26	0 25	0 32	0 21	0 21	0 30	5 50	10
20	40	0 52	0 52	0 50	0 61	0 17	0 18	0 60	10	20
30	30	0 77	0 75	0 75	0 95	0 71	0 72	0 89	30	30
40	20	1 02	0 99	1 21	1 21	0 94	0 95	1 19	20	10
50	10	1 27	1 24	1 56	1 56	1 17	1 19	1 49	10	50
1 0	11 0	1 52	1 48	1 87	1 87	1 40	1 42	1 78	5 0	7 0
10	10 50	1 77	1 72	2 18	2 18	1 63	1 65	2 07	1 50	10
20	40	2 02	1 96	2 17	2 17	1 85	1 86	2 36	40	20
30	30	2 26	2 20	2 76	2 76	2 07	2 11	2 63	30	30
40	20	2 49	2 43	3 05	3 05	2 29	2 33	2 90	20	10
50	10	2 71	2 65	3 33	3 33	2 50	2 55	3 17	10	50
2 0	10 0	2 91	2 86	3 60	3 60	2 70	2 75	3 14	1 0	6 0
10	9 50	3 16	3 08	3 87	3 87	2 90	2 96	3 70	3 50	10
20	40	3 38	3 29	4 11	4 11	3 10	3 16	3 95	10	20
30	30	3 59	3 49	4 40	4 40	3 29	3 35	4 19	30	30
40	20	3 79	3 69	5 11	5 11	3 48	3 54	4 42	20	10
50	10	3 98	3 88	5 48	5 48	3 66	3 72	4 61	10	50
3 0	9 0	4 17	4 06	6 11	6 11	3 83	3 90	4 86	3 0	9 0
10	8 50	4 35	4 23	6 33	6 33	3 99	4 06	5 07	2 50	10
20	40	4 51	4 38	6 58	6 58	4 15	4 22	5 27	10	20
30	30	4 67	4 53	7 23	7 23	4 30	4 37	5 46	30	30
40	20	4 82	4 67	7 49	7 49	4 43	4 51	5 63	20	10
50	10	4 97	4 81	8 09	8 09	4 56	4 61	5 80	10	50
4 0	8 0	5 10	4 97	8 25	8 25	4 68	4 77	5 96	2 0	10 0
10	7 50	5 22	5 09	8 40	8 40	4 79	4 88	6 11	1 50	10
20	40	5 34	5 20	8 55	8 55	4 90	4 99	6 23	10	20
30	30	5 41	5 30	9 08	9 08	5 00	5 09	6 35	30	30
40	20	5 44	5 39	9 18	9 18	5 08	5 18	6 46	20	10
50	10	5 62	5 47	9 36	9 36	5 16	5 25	6 56	10	50
5 0	7 0	5 69	5 54	9 47	9 47	5 22	5 32	6 61	1 0	11 0
10	6 50	5 75	5 60	9 56	9 56	5 28	5 38	6 71	0 50	10
20	40	5 80	5 65	10 01	10 01	5 33	5 43	6 77	10	20
30	30	5 81	5 69	10 06	10 06	5 36	5 46	6 82	30	30
40	20	5 87	5 72	10 11	10 11	5 39	5 49	6 85	20	10
50	10	5 89	5 74	10 12	10 12	5 40	5 50	6 86	10	50
6 0	6 0	5 90	5 74	10 12	10 12	5 41	5 51	6 87	0 0	12 0

Wenn  $t > 12^h$  sind  $T_a$  und  $T_b$  mit dem Argument  $t - 12^h$  und in beiden Fällen mit entgegengesetztem Vorzeichen zu nehmen

$$\text{Par in } \alpha = \frac{T_a}{\Delta \cos \delta}$$

$$\text{Par in } \delta = \frac{1}{\Delta} (T_a \sin \delta + T_b \cos \delta)$$

Argument in $T_a$		Lund		Lussigniccolo		Lyon		Madison		Madras		Madrid		Argument für $T_b$	
+		0 8596		0 7883		0 7971		0 7767		0 2961		0 7510		— +	
$0^h$	$0^m$	$12^h$	$0^m$	$0^h$	$0^m$	$0^h$	$0^m$	$0^h$	$0^m$	$0^h$	$0^m$	$0^h$	$0^m$	$6^h$	$0^m$
10	11 50	0 22	22	0 28	26	0 27	27	0 28	28	0 38	37	0 30	29	5 50	10
20	40	0 11	22	0 55	27	0 51	27	0 56	28	0 75	37	0 59	28	40	20
30	30	0 66	21	0 82	27	0 81	26	0 81	27	1 12	37	0 87	29	90	30
40	20	0 87	20	1 09	27	1 07	26	1 11	28	1 19	37	1 16	29	20	40
50	10	1 07	21	1 36	27	1 33	26	1 39	28	1 86	36	1 45	29	10	50
1 0	11 0	1 28	21	1 63	26	1 59	26	1 67	27	2 22	36	1 74	28	5 0	7 0
10	10 50	1 19	21	1 89	26	1 85	26	1 91	27	2 58	35	2 02	28	4 50	10
20	10	1 70	20	2 15	26	2 11	25	2 21	26	2 93	35	2 80	27	10	20
30	30	1 90	20	2 11	25	2 36	25	2 17	25	3 28	31	2 57	26	30	30
40	20	2 10	20	2 66	21	2 61	21	2 72	25	3 62	31	2 83	26	20	10
50	10	2 30	19	2 90	21	2 85	23	2 97	25	3 96	33	3 09	26	10	50
2 0	10 0	2 49	18	3 11	21	3 08	23	3 22	21	4 29	31	3 35	25	1 0	8 0
10	9 50	2 67	17	3 38	21	3 31	22	3 46	23	4 60	31	3 60	25	3 50	10
20	10	2 81	18	3 61	22	3 53	22	3 69	23	4 91	30	3 85	21	10	20
30	30	3 02	17	3 83	21	3 75	21	3 92	22	5 21	30	4 09	23	30	30
40	20	3 19	16	4 01	21	3 96	20	4 11	22	5 51	29	4 32	21	20	10
50	10	3 35	16	4 25	19	4 16	20	4 36	19	5 80	27	4 53	21	10	50
3 0	9 0	3 51	15	4 44	19	4 36	18	4 55	19	6 07	25	5 17	20	3 0	9 0
10	8 50	3 66	15	4 63	18	4 51	17	4 71	19	6 32	21	5 41	20	2 50	10
20	10	3 81	14	4 81	17	4 71	17	4 93	18	6 56	21	5 51	19	40	20
30	30	3 95	13	4 98	17	4 88	16	5 11	16	6 80	22	5 63	17	30	30
40	20	4 08	12	5 15	15	5 01	15	5 27	16	7 02	22	5 50	16	20	40
50	10	4 20	11	5 30	14	5 19	14	5 43	15	7 23	21	5 66	15	10	50
4 0	8 0	4 31	10	5 41	13	5 33	13	5 58	14	7 43	18	5 81	14	2 0	10 0
10	7 50	4 41	9	5 57	13	5 46	12	5 72	12	7 61	16	5 91	13	1 50	10
20	10	4 50	9	5 70	11	5 58	11	5 81	11	7 77	15	6 08	11	10	20
30	30	4 59	8	5 81	10	5 69	10	5 95	10	7 92	13	6 19	11	30	30
40	20	4 67	7	5 91	9	5 79	9	6 05	9	8 05	12	6 30	10	20	40
50	10	4 71	6	6 00	8	5 88	7	6 11	7	8 17	11	6 40	8	10	50
5 0	7 0	4 80	5	6 08	7	5 95	7	6 21	7	8 28	9	6 48	7	1 0	11 0
10	6 50	4 85	4	6 15	5	6 02	5	6 28	6	8 37	7	6 55	6	0 50	10
20	10	4 89	3	6 20	3	6 07	4	6 31	4	8 41	6	6 61	4	40	20
30	30	4 92	3	6 23	3	6 11	3	6 38	3	8 50	4	6 66	3	30	30
40	20	4 95	1	6 26	1	6 14	1	6 41	2	8 51	2	6 68	2	20	40
50	10	4 96	1	6 27	1	6 15	1	6 43	0	8 56	1	6 70	1	10	50
6 0	6 0	4 97		6 28		6 16		6 43		8 57		6 71		0 0	12 0

Wenn  $t > 12^h$  sind  $T_a$  und  $T_b$  mit dem Argument  $t - 12^h$  und in beiden Fällen mit entgegengesetztem Vorzeichen zu nehmen

$$\text{Par in } a = \frac{T_a}{\Delta \cos \delta}$$

$$\text{Par in } b = \frac{1}{\Delta} (T_b \sin \delta + T_b' \cos \delta)$$

Argument für $T_a$ +		Mailand	Marseille	Melbourne	Mt Hamilton	Moskau	München	Argument für $T_b$ —	
+		0 7954	0 7786	0 7299 <sub>n</sub>	0 7250	0 8599	0 8145	+	
0 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	12 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	0 <sup>h</sup> 00	0 <sup>h</sup> 00	0 <sup>h</sup> 00	0 <sup>h</sup> 00	0 <sup>h</sup> 00	0 <sup>h</sup> 00	6 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>
10	11 50	0 27	0 28	0 31	0 31	0 21	0 26	5 50	10
20	40	0 54	0 56	0 62	0 61	0 43	0 52	40	20
30	80	0 81	0 81	0 92	0 91	0 65	0 77	30	30
40	20	1 07	1 11	1 21	1 21	0 87	1 02	20	40
50	10	1 88	1 39	1 51	1 51	1 08	1 27	10	50
		27	27	29	80	20	25		
1 0	11 0	1 60	1 66	1 80	1 81	1 28	1 52	5 0	7 0
10	10 50	1 86	1 98	2 09	2 11	1 19	1 77	4 50	10
20	40	2 12	2 20	2 38	2 40	1 70	2 01	40	20
30	80	2 37	2 46	2 66	2 68	1 90	2 25	30	30
40	20	2 62	2 71	2 91	2 96	2 10	2 49	20	40
50	10	2 86	2 96	3 21	3 23	2 29	2 73	10	50
		23	25	27	27	19	22		
2 0	10 0	3 09	3 21	3 48	3 50	2 48	2 91	4 0	8 0
10	9 50	3 32	3 45	3 74	3 76	2 66	3 16	3 50	10
20	40	3 55	3 68	3 99	1 02	2 84	3 37	40	20
30	80	3 77	3 91	4 24	4 27	3 02	3 58	30	30
40	20	3 98	4 13	4 47	4 50	3 19	3 78	20	40
50	10	4 18	4 31	4 70	4 73	3 35	3 97	10	50
		20	19	22	22	16	19		
3 0	9 0	4 38	4 58	4 92	4 95	3 51	4 16	8 0	9 0
10	8 50	4 56	4 72	5 13	5 16	3 66	4 31	7 50	10
20	40	4 78	4 91	5 38	5 36	3 80	4 50	40	20
30	80	4 90	5 09	5 52	5 55	3 91	4 66	30	30
40	20	5 06	5 25	5 70	5 74	4 07	4 82	20	40
50	10	5 21	5 40	5 87	5 91	4 19	4 96	10	50
		14	15	16	16	11	18		
4 0	8 0	5 35	5 55	6 03	6 07	4 30	5 09	2 0	10 0
10	7 50	5 48	5 68	6 17	6 21	4 41	5 21	1 50	10
20	40	5 60	5 81	6 31	6 31	4 50	5 33	40	20
30	80	5 71	5 92	6 43	6 46	4 58	5 41	30	30
40	20	5 81	6 03	6 54	6 58	4 66	5 58	20	40
50	10	5 89	6 12	6 64	6 68	4 73	5 61	10	50
		8	7	8	8	6	7		
5 0	7 0	5 97	6 19	6 72	6 76	4 79	5 68	1 0	11 0
10	6 50	6 08	6 25	6 79	6 83	4 84	5 74	0 50	10
20	40	6 09	6 31	6 85	6 90	4 88	5 79	40	20
30	80	6 18	6 35	6 90	6 95	4 92	5 83	30	30
40	20	6 16	6 38	6 93	6 98	4 94	5 86	20	40
50	10	6 18	6 40	6 95	7 00	4 96	5 87	10	50
		0	1	1	0	0	1		
6 0	6 0	6 18	6 41	6 96	7 00	4 96	5 88	0 0	12 0

Wenn  $t > 12^h$  sind  $T_a$  und  $T_b$  mit dem Argument  $t - 12^h$  und in beiden Fällen mit entgegengesetztem Vorzeichen zu nehmen

$$\text{Par in } \alpha = \frac{T_a}{\Delta \cos \delta}$$

$$\text{Par in } \delta = \frac{1}{\Delta} (T_a \sin \delta + T_b \cos \delta)$$

Argument für $T_a$			Ncapel		Neuchâtel		NewHaven		New York		Nicolajew		Nizza		Argument für $T_b$			
+			0 7580		0 8065		0 7619		0 7570		0 8063		0 7819		-	+		
$0^h$	$0^m$	$12^h$	$0^m$	$0''$	$0''$	$0''$	$0''$	$0''$	$0''$	$0''$	$0''$	$0''$	$0''$	$0''$	$6^h$	$0^m$	$6^h$	$0^m$
10	11 50		0 29	29	0 27	26	0 29	29	0 29	29	0 27	26	0 28	28	5 50		10	
20		40	0 58	29	0 53	26	0 58	29	0 58	29	0 53	26	0 56	28	40		20	
30		30	0 87	28	0 79	25	0 87	28	0 87	29	0 79	25	0 81	27	80		30	
40		20	1 15	29	1 01	25	1 15	28	1 16	29	1 01	26	1 11	27	20		40	
50		10	1 41		1 29		1 13		1 15		1 30		1 38		10		50	
				28		26		28		28		26		27				
1	0	11 0	1 73	28	1 55	25	1 71	28	1 73	28	1 56	25	1 65	27	5 0		7 0	
10	10 50		2 00	28	1 80	25	1 99	28	2 01	28	1 81	25	1 92	26	1 50		10	
20		40	2 28	27	2 05	25	2 27	27	2 29	27	2 06	25	2 18	26	40		20	
30		30	2 55	26	2 30	24	2 51	26	2 56	26	2 31	21	2 11	25	30		30	
40		20	2 81	26	2 51	23	2 80	25	2 82	26	2 55	23	2 69	25	20		40	
50		10	3 07		2 77		3 05		3 08		2 78		2 91		10		50	
				26		23		26		26		22		21				
2	0	10 0	3 33	25	3 00	22	3 31	25	3 31	25	3 00	23	3 18	21	4 0		8 0	
10	9 50		3 58	21	3 22	22	3 36	21	3 59	21	3 23	22	3 12	23	3 50		10	
20		10	3 82	21	3 11	21	3 80	23	3 83	23	3 15	21	3 65	23	40		20	
30		30	1 06	23	3 65	21	1 03	23	1 06	28	3 66	21	3 88	22	30		30	
40		20	1 29	21	3 86	20	1 26	21	1 29	22	3 87	20	1 10	21	20		40	
50		10	1 50		1 06		4 17		4 51		1 07		1 31		10		50	
				21		19		21		21		19		19				
3	0	9 0	1 71	20	1 25	17	1 68	20	4 72	20	4 26	17	1 50	19	3 0		9 0	
10	8 50		1 91	19	1 12	17	1 88	19	1 92	19	1 13	17	1 69	19	2 50		10	
20		40	5 10	18	1 59	17	5 07	18	5 11	18	1 60	16	1 88	18	40		20	
30		30	5 28	18	1 76	16	5 25	17	5 29	18	1 76	16	5 06	18	30		30	
40		20	5 46	16	1 92	15	5 12	16	5 17	16	1 92	15	5 22	15	20		40	
50		10	5 62		5 07		5 58		5 63		5 07		5 37		10		50	
				15		13		15		15		11		15				
4	0	8 0	5 77	11	5 20	12	5 73	11	5 78	11	5 21	13	5 52	18	2 0		10 0	
10	7 50		5 91	13	5 12	12	5 87	13	5 92	13	5 31	11	5 65	12	1 50		10	
20		10	6 01	12	5 11	10	6 00	12	6 05	12	5 15	10	5 77	11	40		20	
30		30	6 16	10	5 51	10	6 12	10	6 17	10	5 55	10	5 88	11	30		30	
40		20	6 20	9	5 61	9	6 22	9	6 27	9	5 65	8	5 99	9	20		40	
50		10	6 35		5 73		6 31		6 36		5 73		6 08		10		50	
				8		7		8		8		8		7				
5	0	7 0	6 13	7	5 80	6	6 39	7	6 44	7	5 81	6	6 15	6	1 0		11 0	
10	6 50		6 50	6	5 86	6	6 46	6	6 51	6	5 87	6	6 21	6	0 50		10	
20		40	6 56	5	5 92	4	6 52	4	6 57	5	5 98	4	6 27	4	40		20	
30		30	6 61	3	5 96	2	6 56	3	6 62	3	5 97	3	6 31	8	30		30	
40		20	6 61	1	5 98	2	6 59	2	6 65	1	6 00	1	6 31	2	20		40	
50		10	6 65		6 00		6 61		6 66		6 01		6 36		10		50	
				1		1		1		1		1		0				
6	0	6 0	6 66		6 01		6 62		6 67		6 02		6 36		0 0		12 0	

Wenn  $t > 12^h$  sind  $T_a$  und  $T_b$  mit dem Argument  $t - 12^h$  und in beiden Fällen mit entgegengesetztem Vorzeichen zu nehmen.

$$\text{Par in } \alpha = \frac{T_a}{\Delta \cos \delta}$$

$$\text{Par in } \delta = \frac{1}{\Delta} (T_b \sin \delta + T_b' \cos \delta)$$

Argument für $T_a$ +			Northfield	Odessa	O Gynlla	Oxford E	Oxford Miss	Paris	Argument für $T_b$ -   +	
			0 7877	0 8028	0 8126	0 8376	0 6938	0 8191		
0 <sup>h</sup>	(m)	12 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	0'' 00 28	0'' 00 27	0'' 00 26	0'' 00 21	0'' 00 32	0'' 00 25	6 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>
10	11	50	0 28 27	0 27 26	0 26 26	0 21 21	0 32 32	0 25 26	5 50	10
20	10		0 55 27	0 53 27	0 52 26	0 18 21	0 64 31	0 51 25	40	20
30	30		0 82 27	0 80 26	0 78 25	0 72 23	0 95 31	0 76 24	30	30
40	20		1 09 27	1 06 25	1 03 25	0 95 23	1 26 31	1 00 25	20	40
50	10		1 36 27	1 31 26	1 28 25	1 18 23	1 57 31	1 25 25	10	50
1	0	11 0	1 63 26	1 57 26	1 53 25	1 41 23	1 88 31	1 50 21	5 0	7 0
10	10	50	1 89 26	1 83 25	1 78 21	1 61 23	2 19 30	1 71 25	4 50	10
20	40		2 15 26	2 08 25	2 02 21	1 87 22	2 19 29	1 99 21	10	20
30	30		2 11 25	2 13 21	2 26 21	2 09 22	2 78 29	2 23 23	30	30
40	20		2 66 21	2 57 23	2 50 23	2 31 21	3 07 28	2 16 22	20	10
50	10		2 90 21	2 80 23	2 73 22	2 52 20	3 35 28	2 68 22	10	50
2	0	10 0	3 11 21	3 03 21	2 95 22	2 72 21	3 63 27	2 90 22	4 0	8 0
10	9	50	3 38 23	3 26 22	3 17 22	2 93 20	3 90 27	3 12 21	3 50	10
20	40		3 61 22	3 48 21	3 39 21	3 13 19	4 17 25	3 33 20	10	20
30	30		3 83 21	3 69 21	3 60 20	3 32 19	4 12 25	3 53 20	30	30
40	20		4 01 21	3 90 20	3 80 20	3 51 18	4 67 21	3 73 19	20	40
50	10		4 25 19	4 10 19	4 00 18	3 69 17	4 91 23	3 92 18	10	50
3	0	9 0	4 41 19	4 29 18	4 18 18	3 86 16	5 11 22	4 10 18	3 0	9 0
10	8	50	4 63 18	4 47 18	4 36 17	4 02 16	5 36 21	4 28 16	2 50	10
20	10		4 81 17	4 65 17	4 53 16	4 18 15	5 57 20	4 41 16	10	20
30	30		4 98 17	4 82 15	4 69 15	4 33 11	5 77 19	4 60 15	30	30
40	20		5 15 15	4 97 15	4 84 11	4 47 13	5 96 18	4 75 11	20	40
50	10		5 30 14	5 12 11	4 98 11	4 60 12	6 11 15	4 89 13	10	50
4	0	8 0	5 41 13	5 26 13	5 12 12	4 72 12	6 29 15	5 02 13	2 0	10 0
10	7	50	5 57 13	5 39 12	5 21 12	4 81 10	6 41 15	5 15 11	1 50	10
20	40		5 70 11	5 51 11	5 36 10	4 91 10	6 59 13	5 26 10	10	20
30	30		5 81 10	5 62 9	5 46 10	5 01 9	6 72 11	5 36 9	30	30
40	20		5 91 9	5 71 8	5 56 8	5 13 7	6 83 10	5 45 8	20	10
50	10		6 00 8	5 79 8	5 64 7	5 20 7	6 93 9	5 53 7	10	50
5	0	7 0	6 08 7	5 87 6	5 71 6	5 27 6	7 02 8	5 60 7	1 0	11 0
10	6	50	6 15 5	5 93 5	5 77 5	5 33 1	7 10 6	5 67 5	0 50	10
20	40		6 20 3	5 98 4	5 82 4	5 37 4	7 16 5	5 72 3	10	20
30	30		6 23 3	6 02 3	5 86 3	5 41 3	7 21 3	5 75 3	30	30
40	20		6 26 1	6 05 1	5 89 2	5 41 1	7 21 2	5 78 2	20	40
50	10		6 27 1	6 06 1	5 91 0	5 45 1	7 26 1	5 80 0	10	50
6	0	6 0	6 28	6 07	5 91	5 46	7 27	5 80	0 0	12 0

Wenn  $t > 12^h$  sind  $T_a$  und  $T_b$  mit dem Argument  $t - 12^h$  und in beiden Fällen mit entgegengesetztem Vorzeichen zu nehmen

$$\text{Par in } \alpha = \frac{T_a}{\Delta \cos \delta}$$

$$\text{Par in } \delta = \frac{1}{\Delta} (T_b \sin \delta + T_b' \cos \delta)$$

Argument für $T_a$ +			Philadelphia	Pola	Potsdam	Poughkeepsie	Pirg	Princeton	Argument für $T_b$ - +	
			0 7498	0 7908	0 8412	0 76508	0 8278	0 7534		
0 <sup>h</sup>	0 <sup>m</sup>	12 <sup>s</sup> 0 <sup>ms</sup>	0 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> 30 <sup>s</sup>	0 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> 28 <sup>s</sup>	0 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> 24 <sup>s</sup>	0 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> 29 <sup>s</sup>	0 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> 25 <sup>s</sup>	0 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> 30 <sup>s</sup>	6 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>
10	11	50	0 30 29	0 28 27	0 21 23	0 29 29	0 25 25	0 30 29	5 50	10
20		40	0 59 29	0 55 27	0 17 24	0 58 29	0 50 21	0 59 29	40	20
30		30	0 88 29	0 82 26	0 71 23	0 87 28	0 71 21	0 88 28	80	30
40		20	1 17 29	1 08 27	0 91 22	1 15 27	0 98 21	1 16 29	20	40
50		10	1 46 29	1 35 27	1 16 23	1 42 28	1 22 24	1 45 29	10	50
1	0	11 0	1 75 28	1 62 26	1 39 23	1 70 28	1 46 24	1 74 28	5 0	7 0
10	10	50	2 03 28	1 88 26	1 62 22	1 98 27	1 70 24	2 02 28	4 50	10
20		40	2 31 28	2 14 26	1 81 22	2 25 27	1 91 23	2 30 27	40	20
30		30	2 59 27	2 40 21	2 06 22	2 52 26	2 17 22	2 57 26	80	30
40		20	2 86 26	2 61 21	2 28 21	2 78 26	2 39 22	2 83 27	20	40
50		10	3 12 26	2 88 21	2 49 20	3 04 25	2 61 21	3 10 26	10	50
2	0	10 0	3 38 25	3 12 23	2 69 20	3 29 25	2 82 21	3 36 25	4 0	8 0
10	9	50	3 63 25	3 35 23	2 89 19	3 51 24	3 03 21	3 61 21	3 50	10
20		40	3 88 24	3 58 22	3 08 19	3 78 23	3 24 20	3 85 21	40	20
30		30	4 12 23	3 80 22	3 27 19	4 01 22	3 44 20	4 09 23	30	30
40		20	4 35 21	4 02 21	3 46 18	4 23 21	3 61 19	4 32 21	20	40
50		10	4 56 21	4 23 19	3 64 17	4 44 21	3 83 18	4 58 21	10	50
3	0	9 0	4 77 20	4 42 18	3 81 16	4 65 20	4 01 17	4 71 20	3 0	9 0
10	8	50	4 97 20	4 60 18	3 97 16	4 85 19	4 18 16	4 94 20	2 50	10
20		40	5 17 19	4 78 17	4 13 14	5 04 18	4 31 15	5 14 19	40	20
30		30	5 36 17	4 95 17	4 27 14	5 22 17	4 49 11	5 33 17	30	30
40		20	5 53 16	5 12 15	4 41 13	5 39 16	4 63 14	5 50 16	20	40
50		10	5 69 16	5 27 14	4 54 12	5 55 15	4 77 13	5 66 16	10	50
4	0	8 0	5 85 15	5 41 13	4 66 12	5 70 14	4 90 12	5 82 14	2 0	10 0
10	7	50	6 00 13	5 51 13	4 78 10	5 84 13	5 02 10	5 96 13	1 50	10
20		40	6 13 11	5 67 11	4 88 9	5 97 12	5 12 10	6 09 11	40	20
30		30	6 24 10	5 78 10	4 97 9	6 09 10	5 22 9	6 20 10	30	30
40		20	6 34 10	5 88 9	5 06 8	6 19 8	5 31 8	6 30 9	20	40
50		10	6 44 8	5 97 7	5 14 6	6 27 8	5 39 7	6 39 9	10	50
5	0	7 0	6 52 7	6 04 6	5 20 5	6 35 7	5 46 6	6 48 7	1 0	11 0
10	6	50	6 59 6	6 10 6	5 25 5	6 42 6	5 52 5	6 55 6	0 50	10
20		40	6 65 5	6 16 4	5 30 4	6 48 4	5 57 4	6 61 5	40	20
30		30	6 70 3	6 20 2	5 34 2	6 52 3	5 61 2	6 66 3	30	30
40		20	6 73 1	6 22 1	5 36 1	6 55 2	5 63 2	6 69 2	20	40
50		10	6 74 0	6 23 1	5 37 1	6 57 1	5 65 1	6 71 0	10	50
6	0	6 0	6 75 0	6 24 1	5 38 1	6 58 1	5 66 1	6 71 0	0 0	12 0

Wenn  $t > 12^h$  sind  $T_a$  und  $T_b$  mit dem Argument  $t - 12^h$  und in beiden Fällen mit entgegengesetztem Vorzeichen zu nehmen.

$$\text{Par in } \alpha = \frac{T_a}{\Delta \cos \delta}$$

$$\text{Par. in } \delta = \frac{1}{\Delta} (T_b \sin \delta + T_b' \cos \delta).$$



Argument für $Z_0$ +		Pulkowa	Rio d J	Rochester	Rom	S Francisco	Santiago	Argument für $Z_1$ - -	
		0 8792	0 5320 <sub>n</sub>	0 7772	0 7668	0 7291	0 6833 <sub>n</sub>	- -	-
0 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	12 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	0 <sup>h</sup> 00 19	0 <sup>h</sup> 00 36	0 <sup>h</sup> 00 28	0 <sup>h</sup> 00 29	0 <sup>h</sup> 00 31	0 <sup>h</sup> 00 32	6 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>
10	11 50	0 19 19	0 36 35	0 28 28	0 29 28	0 31 30	0 32 32	5 50	10
20	40	0 38 20	0 71 31	0 56 28	0 57 29	0 61 30	0 61 31	40	20
30	30	0 58 20	1 05 35	0 81 27	0 86 28	0 91 30	0 95 32	30	30
40	20	0 78 19	1 40 35	1 11 28	1 11 28	1 21 30	1 27 32	20	10
50	10	0 97 18	1 75 35	1 39 27	1 42 28	1 51 29	1 59 31	10	50
1 0	11 0	1 15 18	2 10 31	1 66 27	1 70 27	1 80 30	1 90 31	5 0	7 0
10	10 50	1 33 19	2 44 33	1 93 27	1 97 28	2 10 29	2 21 31	1 50	10
20	40	1 52 18	2 77 83	2 20 26	2 25 26	2 39 28	2 52 29	10	20
30	30	1 70 18	3 10 33	2 46 25	2 51 26	2 67 27	2 81 29	30	30
40	20	1 88 17	3 43 32	2 71 25	2 77 26	2 91 27	3 10 29	20	10
50	10	2 05 17	3 75 81	2 96 25	3 03 25	3 21 27	3 39 29	10	50
2 0	10 0	2 22 17	4 06 30	3 21 24	3 28 24	3 48 26	3 68 27	1 0	8 0
10	9 50	2 39 16	4 36 29	3 45 24	3 52 24	3 71 26	3 95 27	3 50	10
20	40	2 55 15	4 65 28	3 69 23	3 76 23	4 00 25	4 22 25	40	20
30	30	2 70 15	4 93 28	3 92 22	3 99 23	4 25 23	4 47 25	30	30
40	20	2 85 15	5 21 27	4 11 21	4 22 21	4 48 22	4 72 21	20	10
50	10	3 00 14	5 48 26	4 35 19	4 43 20	4 70 22	4 96 23	10	50
3 0	9 0	3 11 13	5 74 21	4 54 19	4 63 20	4 92 21	5 19 22	3 0	9 0
10	8 50	3 27 13	5 98 23	4 73 19	4 83 19	5 13 20	5 41 23	2 50	10
20	40	3 40 12	6 21 22	4 92 18	5 02 18	5 33 19	5 63 20	10	20
30	30	3 52 12	6 43 21	5 10 17	5 20 17	5 52 19	5 83 19	30	30
40	20	3 64 11	6 64 20	5 27 16	5 37 16	5 71 17	6 02 17	20	10
50	10	3 75 10	6 81 18	5 43 14	5 53 15	5 88 15	6 19 17	10	50
4 0	8 0	3 85 9	7 02 17	5 57 13	5 68 14	6 03 15	6 36 16	2 0	10 0
10	7 50	3 91 9	7 19 16	5 70 13	5 82 13	6 18 13	6 52 11	1 50	10
20	40	4 03 8	7 35 14	5 83 12	5 95 11	6 31 12	6 66 13	40	20
30	30	4 11 7	7 49 13	5 95 10	6 06 11	6 43 11	6 79 11	30	30
40	20	4 18 6	7 62 12	6 05 9	6 17 8	6 51 10	6 90 10	20	10
50	10	4 24 5	7 74 10	6 11 7	6 25 8	6 61 8	7 00 10	10	50
5 0	7 0	4 29 5	7 84 8	6 21 6	6 33 7	6 72 8	7 10 8	1 0	11 0
10	6 50	4 34 4	7 92 6	6 27 6	6 40 6	6 80 6	7 18 6	0 50	10
20	40	4 38 3	7 98 6	6 33 4	6 46 4	6 86 1	7 24 5	10	20
30	30	4 41 1	8 04 3	6 37 3	6 50 3	6 90 3	7 29 3	30	30
40	20	4 48 1	8 07 2	6 40 2	6 53 2	6 93 2	7 32 2	20	10
50	10	4 48 1	8 09 1	6 42 1	6 55 1	6 95 1	7 34 1	10	50
6 0	6 0	4 44	8 10	6 43	6 56	6 96	7 35	0 0	12 0

Wenn  $t > 12^h$  sind  $T_a$  und  $T_b$  mit dem Argument  $t - 12^h$  und in beiden Fällen mit entgegengesetztem Vorzeichen zu nehmen

$$\text{Par in } a = \frac{T_a}{\Delta \cos \delta}$$

$$\text{Par in } b = \frac{1}{\Delta} (T_b \sin \delta + T_b' \cos \delta)$$

Argument für $T_a$ +		Stockholm	Strassburg	Sydney	Tacubaya	Ischikent	Tei mo	Argument für $T_b$ — +	
		0 8773	0 8171	0 6880 <sub>n</sub>	0 1632	0 7619	0 7732		
0 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	12 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	0 <sup>h</sup> 00 20	0 <sup>h</sup> 00 26	0 <sup>h</sup> 00 32	0 <sup>h</sup> 00 37	0 <sup>h</sup> 00 29	0 <sup>h</sup> 00 29	6 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>
10	11 50	0 20 19	0 26 25	0 32 32	0 37 36	0 29 29	0 29 28	5 50	10
20	10	0 39 20	0 51 26	0 61 31	0 73 36	0 58 29	0 57 27	10	20
30	30	0 59 20	0 77 21	0 95 32	1 09 35	0 87 28	0 81 28	30	30
40	20	0 79 19	1 01 25	1 27 31	1 41 36	1 15 28	1 12 28	20	40
50	10	0 98 18	1 26 25	1 58 31	1 80 35	1 13 28	1 10 28	10	50
1 0	11 0	1 16 19	1 51 25	1 89 31	2 15 35	1 71 28	1 68 27	5 0	7 0
10	10 50	1 35 19	1 76 21	2 20 30	2 50 31	1 99 28	1 95 27	1 50	10
20	40	1 51 18	2 00 21	2 50 29	2 81 31	2 27 27	2 22 26	40	20
30	30	1 72 18	2 21 23	2 79 30	3 18 33	2 51 26	2 18 25	80	30
40	20	1 90 18	2 17 22	3 09 29	3 51 32	2 80 25	2 73 26	20	40
50	10	2 08 17	2 69 22	3 38 28	3 83 32	3 05 26	2 99 25	10	50
2 0	10 0	2 25 17	2 91 22	3 66 27	4 15 31	3 31 25	3 21 21	4 0	8 0
10	9 50	2 42 16	3 13 21	3 93 27	4 46 30	3 56 24	3 18 23	3 50	10
20	40	2 58 15	3 31 21	4 20 25	4 76 30	3 80 23	3 71 23	40	20
30	30	2 73 15	3 55 20	4 15 25	5 06 28	4 03 23	3 91 22	30	30
40	20	2 89 15	3 75 19	4 70 21	5 31 27	4 26 21	4 16 21	20	40
50	10	3 01 14	3 91 19	4 91 23	5 61 26	4 47 21	4 37 20	10	50
3 0	9 0	3 18 13	4 13 18	5 17 23	5 87 25	4 68 20	1 57 20	3 0	9 0
10	8 50	3 31 13	4 31 16	5 39 21	6 12 23	4 88 19	4 77 19	2 50	10
20	10	3 41 12	1 17 15	5 60 20	6 35 23	5 07 18	1 96 17	40	20
30	30	3 56 12	1 62 15	5 80 19	6 58 22	5 25 17	5 13 17	30	30
40	20	3 68 11	4 77 11	5 99 18	6 80 20	5 42 16	5 30 16	20	40
50	10	3 79 11	4 91 11	6 17 16	7 00 19	5 58 15	5 16 15	10	50
4 0	8 0	3 90 10	5 05 13	6 33 15	7 19 18	5 73 11	5 61 14	2 0	10 0
10	7 50	4 00 8	5 18 11	6 48 14	7 37 16	5 87 13	5 75 12	1 50	10
20	40	4 08 8	5 29 10	6 62 13	7 53 15	6 00 12	5 87 11	40	20
30	30	4 16 6	5 39 9	6 75 12	7 68 13	6 12 10	5 98 11	30	30
40	20	4 22 6	5 18 8	6 87 10	7 81 11	6 22 9	6 09 9	20	40
50	10	4 28 6	5 56 7	6 97 9	7 92 9	6 31 8	6 18 7	10	50
5 0	7 0	4 34 5	5 63 7	7 06 8	8 01 9	6 39 7	6 25 7	1 0	11 0
10	6 50	4 39 3	5 70 5	7 14 6	8 10 7	6 46 5	6 32 5	0 50	10
20	40	4 42 3	5 75 4	7 20 5	8 17 6	6 51 5	6 37 4	40	20
30	30	4 45 2	5 79 2	7 25 3	8 23 4	6 56 3	6 41 3	80	30
40	20	4 47 1	5 81 1	7 28 2	8 27 2	6 59 1	6 14 2	20	40
50	10	4 48 1	5 82 1	7 30 1	8 29 1	6 60 1	6 46 1	10	50
6 0	6 0	4 49	5 83	7 31	8 30	6 61	6 47	0 0	12 0

Wenn  $t > 12^h$  sind  $T_a$  und  $T_b$  mit dem Argument  $t - 12^h$  und in beiden Fällen mit entgegengesetztem Vorzeichen zu nehmen.

$$\text{Par in } \alpha = \frac{T_a}{\Delta \cos \delta}$$

$$\text{Par. in } \delta = \frac{1}{\Delta} (T_b \sin \delta + T_b' \cos \delta)$$

Argument für $T_a$ +		Tokio	Toulouse	Triest	Tunis	Upsala	Utrecht	Argument für $T_b$ —	
		0 7076	0 7810	0 7966	0 7928	0 8795	0 8395		
0 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	12 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	0 <sup>h</sup> 00 32	0 <sup>h</sup> 00 28	0 <sup>h</sup> 00 27	0 <sup>h</sup> 00 28	0 <sup>h</sup> 00 19	0 <sup>h</sup> 00 24	6 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	1 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>
10	11 50	0 82 81	0 28 28	0 27 27	0 28 27	0 19 19	0 21 23	5 50	10
20	40	0 63 80	0 56 27	0 54 27	0 55 27	0 38 20	0 47 24	40	20
30	30	0 98 81	0 88 27	0 81 26	0 82 26	0 58 19	0 71 23	30	30
40	20	1 24 81	1 10 28	1 07 26	1 08 27	0 77 18	0 94 23	20	10
50	10	1 55 80	1 38 27	1 38 26	1 35 26	0 95 19	1 17 23	10	50
1 0	11 0	1 85 81	1 65 27	1 59 26	1 61 26	1 14 19	1 40 23	5 0	7 0
10	10 50	2 16 80	1 92 27	1 85 26	1 87 26	1 33 18	1 63 22	1 50	10
20	40	2 46 28	2 19 26	2 11 25	2 13 25	1 51 18	1 85 22	40	20
30	30	2 74 28	2 45 25	2 36 25	2 38 25	1 69 18	2 07 22	30	30
40	20	3 02 28	2 70 24	2 61 24	2 63 24	1 87 17	2 29 21	20	10
50	10	3 30 28	2 51 25	2 85 23	2 87 24	2 04 17	2 50 20	10	50
2 0	10 0	3 58 27	3 19 24	3 08 23	3 11 23	2 21 17	2 70 21	4 0	8 0
10	9 50	3 35 26	3 48 23	3 31 23	3 34 23	2 38 16	2 91 20	3 50	10
20	40	4 11 25	3 66 22	3 54 21	3 57 22	2 54 15	3 11 19	40	20
30	30	4 36 24	3 88 22	3 75 21	3 79 21	2 69 15	3 30 18	30	30
40	20	4 60 23	4 10 21	3 96 20	4 00 21	2 84 14	3 48 18	20	10
50	10	4 33 23	4 31 20	4 16 20	4 21 20	2 98 14	3 66 17	10	50
3 0	9 0	5 06 21	4 51 19	4 36 19	4 41 18	3 12 14	3 33 16	3 0	9 0
10	8 50	5 27 21	4 70 19	4 55 17	4 59 18	3 26 13	3 99 16	2 50	10
20	40	5 48 21	4 89 17	4 72 17	4 77 17	3 39 12	4 15 15	40	20
30	30	5 69 18	5 06 17	4 89 16	4 91 16	3 51 11	4 30 14	30	30
40	20	5 87 17	5 28 15	5 05 15	5 10 15	3 62 11	4 44 13	20	10
50	10	6 04 16	5 38 15	5 20 14	5 25 14	3 73 10	4 57 12	10	50
4 0	8 0	6 20 15	5 53 13	5 34 13	5 39 13	3 83 9	4 09 12	2 0	10 0
10	7 50	6 35 14	5 66 13	5 47 12	5 52 12	3 92 9	4 31 10	1 50	10
20	40	6 49 12	5 79 11	5 59 11	5 64 11	4 01 8	4 51 9	40	20
30	30	6 61 11	5 90 10	5 70 9	5 75 10	4 09 7	5 00 9	30	30
40	20	6 72 10	6 00 9	5 79 9	5 85 9	4 16 6	5 09 8	20	10
50	10	6 82 9	6 09 8	5 88 7	5 94 7	4 22 5	5 17 6	10	50
5 0	7 0	6 91 8	6 17 6	5 95 7	6 01 6	4 27 5	5 23 6	1 0	11 0
10	6 50	6 99 6	6 28 5	6 02 5	6 07 6	4 32 4	5 29 5	0 50	10
20	40	7 05 5	6 28 4	6 07 4	6 13 4	4 36 3	5 34 4	40	20
30	30	7 10 3	6 32 3	6 11 3	6 17 3	4 39 2	5 38 2	30	30
40	20	7 13 2	6 35 2	6 14 2	6 20 2	4 41 1	5 40 1	20	10
50	10	7 15 1	6 37 1	6 16 1	6 22 1	4 42 0	5 41 1	10	50
6 0	6 0	7 16	6 38	6 17	6 23	4 42	5 42	0 0	12 0

Wenn  $t > 12^h$  sind  $T_a$  und  $T_b$  mit dem Argument  $t - 12^h$  und in beiden Fällen mit entgegengesetztem Vorzeichen zu nehmen.

$$\text{Par in } a = \frac{T_a}{\Delta \cos \delta}$$

$$\text{Par. in } b = \frac{1}{\Delta} (T_b \sin \delta + T_b' \cos \delta).$$

Argument für $T_a$ +			Washington	Wien	Williamsby	Willramstown	Windsor	Zürich	Argument für $T_b$ — +		
			0 7402	0 8150	0 7725	0 7786	0 6851 <sub>n</sub>	0 8091			
0 <sup>h</sup>	0 <sup>m</sup>	12 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	0 <sup>h</sup> 00 80	0 <sup>h</sup> (X) 26	0 <sup>h</sup> 00 29	0 <sup>h</sup> 00 29	0 <sup>h</sup> 00 33	0 <sup>h</sup> 00 26	6 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> (m)	
10	11 50		0 80 30	0 26 25	0 29 28	0 29 28	0 83 32	0 26 26	5 50	10	
20	10		0 60 29	0 51 26	0 57 27	0 57 27	0 65 31	0 52 26	40	20	
30	80		0 89 30	0 77 25	0 84 28	0 84 28	0 96 31	0 78 25	30	30	
40	20		1 19 29	1 02 25	1 12 28	1 12 28	1 27 31	1 03 26	20	10	
50	10		1 48 29	1 27 25	1 40 28	1 40 28	1 58 31	1 29 25	10	50	
1	0	11 0	1 77 29	1 52 25	1 68 27	1 68 27	1 89 31	1 54 25	5 0	7 0	
10	10 50		2 06 29	1 77 24	1 95 27	1 95 27	2 20 31	1 79 25	4 50	10	
20	40		2 35 28	2 01 21	2 22 26	2 22 26	2 51 30	2 01 25	40	20	
30	30		2 63 27	2 25 21	2 48 25	2 48 25	2 81 29	2 29 24	30	30	
40	20		2 90 26	2 49 22	2 73 26	2 73 26	3 10 29	2 53 28	20	40	
50	10		3 16 27	2 71 22	2 99 25	2 99 25	3 39 28	2 76 22	10	50	
2	0	10 0	3 43 26	2 93 22	3 21 25	3 21 24	3 67 27	2 98 22	4 0	8 0	
10	9 50		3 69 25	3 15 22	3 49 23	3 48 23	3 91 27	3 20 22	8 50	10	
20	40		3 94 24	3 37 21	3 72 28	3 71 23	4 21 25	3 42 21	40	20	
30	80		4 18 23	3 58 20	3 95 22	3 94 22	4 46 25	3 68 21	30	30	
40	20		4 41 22	3 78 19	4 17 21	4 16 21	4 71 25	3 81 19	20	10	
50	10		4 63 22	3 97 19	4 38 20	4 37 20	4 96 28	4 03 19	10	50	
3	0	9 0	4 85 20	4 16 17	4 58 20	4 57 20	5 19 22	4 22 18	3 0	9 0	
10	8 50		5 05 20	4 33 16	4 78 19	4 77 19	5 41 21	4 40 17	2 50	10	
20	40		5 25 19	4 51 17	4 97 17	4 96 17	5 62 20	4 57 17	40	20	
30	30		5 41 18	4 66 15	5 14 17	5 13 17	5 82 19	4 71 15	30	30	
40	20		5 62 17	4 81 14	5 31 16	5 30 16	6 01 17	4 89 11	20	10	
50	10		5 79 15	4 95 13	5 47 15	5 46 15	6 18 17	5 03 14	10	50	
4	0	8 0	5 91 14	5 08 13	5 62 14	5 61 11	6 35 16	5 17 12	2 0	10 0	
10	7 50		6 08 13	5 21 11	5 76 12	5 75 12	6 51 14	5 29 12	1 50	10	
20	40		6 21 12	5 32 11	5 88 11	5 87 11	6 65 13	5 41 10	40	20	
30	30		6 33 11	5 43 9	5 99 11	5 98 11	6 78 11	5 51 10	30	30	
40	20		6 41 10	5 52 8	6 10 9	6 09 9	6 89 10	5 61 9	20	40	
50	10		6 54 8	5 60 7	6 19 7	6 18 7	6 99 9	5 70 7	10	50	
5	0	7 0	6 62 7	5 67 7	6 26 7	6 25 7	7 08 8	5 77 6	1 0	11 0	
10	6 50		6 69 6	5 74 5	6 33 5	6 32 5	7 16 6	5 83 5	0 50	10	
20	40		6 75 5	5 79 4	6 38 4	6 37 4	7 22 5	5 88 4	40	20	
30	30		6 80 3	5 83 2	6 42 3	6 41 3	7 27 4	5 92 3	30	30	
40	20		6 88 2	5 85 2	6 45 2	6 44 2	7 31 2	5 95 2	20	10	
50	10		6 85 1	5 87 1	6 47 1	6 46 1	7 33 1	5 97 0	10	50	
6	0	6 0	6 86	5 88	6 48	6 47	7 34	5 97	0 0	12 0	

Wenn  $t > 12^h$  sind  $T_a$  und  $T_b$  mit dem Argument  $t - 12^h$  und in beiden Fällen mit entgegengesetzten Vorzeichen zu nehmen

$$\text{Par. in } \alpha = \frac{T_a}{\Delta \cos \delta}$$

$$\text{Par. in } \delta = \frac{1}{\Delta} (T_b \sin \delta + T_b' \cos \delta)$$



# Tafel IV.

- 1) Anzahl der Tage vom Anfang des Jahres
- 2) Verwandlung der Decimaltheile des Tages in Stunden, Minuten, Secunden und umgekehrt
- 3) Verwandlung der mittleren Zeit in Sternzeit
- 4) Verwandlung der Sternzeit in mittlere Zeit.

## 1) Anzahl der Tage vom Anfang des Jahres

		Gemeinjahr	Schaltjahr
Januar	0	0	0
Februar	0	31	31
März	0	59	60
April	0	90	91
Mai	0	120	121
Juni	0	151	152
Juli	0	181	182
August	0	212	213
September	0	243	244
October	0	273	274
November	0	304	305
December	0	334	335

2) Tafel zur Verwandelung der Decimaltheile des Tages in Stunden, Minuten, Sekunden und umgekehrt

				0' 00		0 00		
0' 00	0h 0m 0s	0' 50	12h 0m 0s	00	0m 0s 00	50	7m 12s 00	
001	0 14 24	0 51	12 14 24	01	0 8 61	51	7 20 61	
002	0 28 48	0 52	12 28 48	02	0 17 26	52	7 29 26	
003	0 43 12	0 53	12 43 12	03	0 25 92	53	7 37 92	
004	0 57 36	0 54	12 57 36	04	0 34 56	54	7 46 56	
005	1 12 0	0 55	13 12 0	05	0 43 20	55	7 55 20	
006	1 26 24	0 56	13 26 24	06	0 51 84	56	8 3 84	
007	1 40 48	0 57	13 40 48	07	1 0 48	57	8 12 48	
008	1 55 12	0 58	13 55 12	08	1 9 12	58	8 21 12	
009	2 9 36	0 59	14 9 36	09	1 17 76	59	8 29 76	
010	2 24 0	0 60	14 24 0	10	1 26 40	60	8 38 40	0' 0000
011	2 38 24	0 61	14 38 24	11	1 35 01	61	8 47 01	0' 0000
012	2 52 48	0 62	14 52 48	12	1 43 68	62	8 55 68	1 0 861
013	3 7 12	0 63	15 7 12	13	1 52 32	63	9 1 32	2 1 728
014	3 21 36	0 64	15 21 36	14	2 0 96	64	9 12 96	3 2 592
015	3 36 0	0 65	15 36 0	15	2 9 60	65	9 21 60	1 3 456
016	3 50 24	0 66	15 50 24	16	2 18 24	66	9 30 24	5 4 320
017	4 4 48	0 67	16 4 48	17	2 26 88	67	9 38 88	6 5 184
018	4 19 12	0 68	16 19 12	18	2 35 52	68	9 47 52	7 6 048
019	4 33 36	0 69	16 33 36	19	2 44 16	69	9 56 16	8 6 912
020	4 48 0	0 70	16 48 0	20	2 52 80	70	10 4 80	9 7 776
021	5 2 24	0 71	17 2 24	21	3 1 44	71	10 13 44	
022	5 16 48	0 72	17 16 48	22	3 10 08	72	10 22 08	
023	5 31 12	0 73	17 31 12	23	3 18 72	73	10 30 72	
024	5 45 36	0 74	17 45 36	24	3 27 36	74	10 39 36	
025	6 0 0	0 75	18 0 0	25	3 36 00	75	10 48 00	
026	6 14 24	0 76	18 14 24	26	3 44 64	76	10 56 64	
027	6 28 48	0 77	18 28 48	27	3 53 28	77	11 5 28	
028	6 43 12	0 78	18 43 12	28	4 1 92	78	11 13 92	
029	6 57 36	0 79	18 57 36	29	4 10 56	79	11 22 56	
030	7 12 0	0 80	19 12 0	30	4 19 20	80	11 31 20	0' 0000
031	7 26 24	0 81	19 26 24	31	4 27 84	81	11 39 84	0' 0000
032	7 40 48	0 82	19 40 48	32	4 36 48	82	11 48 48	1 0 861
033	7 55 12	0 83	19 55 12	33	4 45 12	83	11 57 12	2 0 1728
034	8 9 36	0 84	20 9 36	34	4 53 76	84	12 5 76	3 0 2592
035	8 24 0	0 85	20 24 0	35	5 2 40	85	12 14 40	4 0 8456
036	8 38 24	0 86	20 38 24	36	5 11 04	86	12 23 04	5 0 4320
037	8 52 48	0 87	20 52 48	37	5 19 68	87	12 31 68	6 0 5184
038	9 7 12	0 88	21 7 12	38	5 28 32	88	12 40 32	7 0 6048
039	9 21 36	0 89	21 21 36	39	5 36 96	89	12 48 96	8 0 6912
040	9 36 0	0 90	21 36 0	40	5 45 60	90	12 57 60	9 0 7776
041	9 50 24	0 91	21 50 24	41	5 54 24	91	13 6 24	
042	10 4 48	0 92	22 4 48	42	6 2 88	92	13 14 88	
043	10 19 12	0 93	22 19 12	43	6 11 52	93	13 23 52	
044	10 33 36	0 94	22 33 36	44	6 20 16	94	13 32 16	
045	10 48 0	0 95	22 48 0	45	6 28 80	95	13 40 80	
046	11 2 24	0 96	23 2 24	46	6 37 44	96	13 49 44	
047	11 16 48	0 97	23 16 48	47	6 46 08	97	13 58 08	
048	11 31 12	0 98	23 31 12	48	6 54 72	98	14 6 72	
049	11 45 36	0 99	23 45 36	49	7 3 36	99	14 15 36	

## 3) Tafel zur Verwandlung der mittleren Zeit in Steinzeit

Tafel 1			Tafel 2						Tafel 3	
Red auf Sternzt	Mittl Zeit		Red auf Sternzt	Mittl Zeit	Red auf Sternzt	Mittl Zeit	Red auf Sternzt	Mittl Zeit	Red auf Sternzeit	M. Zi
+0m 0s	0s 0m 0s		+0s 0	0m 0s	+1s 0	21m 21s	+8s 0	18m 12s	+0s 01	0m 4s
0 10	1 0 52		0 1	0 37	4 1	21 58	8 1	49 19	0 02	0 7
0 20	2 1 45		0 2	1 13	12	25 31	8 2	49 55	0 03	0 11
0 30	3 2 37		0 3	1 50	13	26 11	8 3	50 32	0 04	0 15
0 40	4 3 30		0 4	2 26	14	26 17	8 4	51 8	0 05	0 18
0 50	5 4 22		0 5	3 3	15	27 21	8 5	51 15	0 06	0 22
			0 6	3 39	16	28 0	8 6	52 21	0 07	0 26
+1 0	6 5 15		0 7	4 16	17	28 37	8 7	52 58	0 08	0 29
1 10	7 6 7		0 8	4 52	18	29 13	8 8	53 31	0 09	0 33
1 20	8 6 59		0 9	5 29	19	29 50	8 9	54 11	0 10	0 37
1 30	9 7 52									
1 40	10 8 41		+1 0	6 5	+5 0	30 26	+9 0	54 17		
1 50	11 9 37		1 1	6 12	5 1	31 3	9 1	55 21		
			1 2	7 18	5 2	31 39	9 2	56 0		
+2 0	12 10 29		1 3	7 55	5 3	32 16	9 3	56 37		
2 10	13 11 21		1 4	8 31	5 4	32 52	9 4	57 13		
2 20	14 12 11		1 5	9 8	5 5	33 29	9 5	57 50		
2 30	15 13 6		1 6	9 11	5 6	34 5	9 6	58 26		
2 40	16 13 59		1 7	10 21	5 7	34 42	9 7	59 3		
2 50	17 14 51		1 8	10 57	5 8	35 18	9 8	59 39		
			1 9	11 31	5 9	35 55	9 9	60 16		
+3 0	18 15 11									
3 10	19 16 36		+2 0	12 10	+6 0	36 31				
3 20	20 17 28		2 1	12 47	6 1	37 8				
3 30	21 18 21		2 2	13 23	6 2	37 44				
3 40	22 19 13		2 3	14 0	6 3	38 21				
3 50	23 20 6		2 4	14 36	6 4	38 57				
			2 5	15 13	6 5	39 31				
+4 0	24 20 58		2 6	15 49	6 6	40 10				
			2 7	16 26	6 7	40 47				
			2 8	17 2	6 8	41 23				
			2 9	17 39	6 9	42 0				
			+3 0	18 16	+7 0	42 37				
			3 1	18 53	7 1	43 11				
			3 2	19 29	7 2	43 50				
			3 3	20 6	7 3	44 27				
			3 4	20 42	7 4	45 3				
			3 5	21 19	7 5	45 40				
			3 6	21 55	7 6	46 16				
			3 7	22 32	7 7	46 53				
			3 8	23 8	7 8	47 29				
			3 9	23 45	7 9	48 6				



## 4) Tafel zur Verwandlung der Sternzeit in mittlere Zeit

Tafel 1		Tafel 2						Tafel 3	
Red auf M Zt	Sternzeit	Red auf M Zt	Sternzeit	Red auf M Zt	Sternzeit	Red auf M Zt	Sternzeit	Red auf M Zt	Sternzeit
-0m 0s	0h 0m 0s	-0s 0	0m 0s	-4s 0	24m 25s	-8s 0	48m 50s	-0s 01	0m 1s
0 10	1 1 2	0 1	0 37	4 1	25 2	8 1	49 27	0 02	0 7
0 20	2 2 5	0 2	1 18	4 2	25 38	8 2	50 8	0 03	0 11
0 30	3 3 7	0 3	1 50	4 3	26 15	8 3	50 40	0 04	0 15
0 40	4 4 10	0 4	2 26	4 4	26 51	8 4	51 16	0 05	0 18
0 50	5 5 12	0 5	3 3	4 5	27 28	8 5	51 53	0 06	0 22
		0 6	3 40	4 6	28 5	8 6	52 30	0 07	0 26
-1 0	6 6 15	0 7	4 16	4 7	28 11	8 7	53 6	0 08	0 29
1 10	7 7 17	0 8	4 53	4 8	29 18	8 8	53 43	0 09	0 31
1 20	8 8 19	0 9	5 30	4 9	29 55	8 9	54 20	0 10	0 34
1 30	9 9 22								
1 40	10 10 24	-1 0	6 6	-5 0	30 31	-9 0	54 56		
1 50	11 11 27	1 1	6 48	5 1	31 8	9 1	55 33		
		1 2	7 19	5 2	31 41	9 2	56 9		
-2 0	12 12 29	1 3	7 56	5 3	32 21	9 3	56 16		
2 10	13 13 31	1 4	8 32	5 4	32 57	9 4	57 22		
2 20	14 14 34	1 5	9 9	5 5	33 31	9 5	57 59		
2 30	15 15 36	1 6	9 46	5 6	34 11	9 6	58 36		
2 40	16 16 39	1 7	10 22	5 7	34 47	9 7	59 12		
2 50	17 17 41	1 8	10 59	5 8	35 24	9 8	59 49		
		1 9	11 36	5 9	36 1	9 9	60 26		
-3 0	18 18 44								
3 10	19 19 46	-2 0	12 12	-6 0	36 37				
3 20	20 20 48	2 1	12 49	6 1	37 11				
3 30	21 21 51	2 2	13 25	6 2	37 50				
3 40	22 22 53	2 3	14 2	6 3	38 27				
3 50	23 23 56	2 4	14 38	6 4	39 3				
		2 5	15 15	6 5	39 10				
-4 0	24 24 58	2 6	15 52	6 6	40 17				
		2 7	16 28	6 7	40 53				
		2 8	17 5	6 8	41 30				
		2 9	17 42	6 9	42 7				
		-3 0	18 19	-7 0	42 41				
		3 1	18 56	7 1	43 21				
		3 2	19 32	7 2	43 57				
		3 3	20 9	7 3	44 34				
		3 4	20 45	7 4	45 10				
		3 5	21 22	7 5	45 47				
		3 6	21 59	7 6	46 21				
		3 7	22 35	7 7	47 0				
		3 8	23 12	7 8	47 37				
		3 9	23 49	7 9	48 11				

# Tafel V.

Tafeln zur Reduction der Circummeridianhohen.

---

a von  $t = 0^m$  bis  $t = 20^m$

$$m = 2 R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$n = 2 R \sin^4 \frac{1}{2} t$$

b von  $t = 0^m$  bis  $t = 60^m$

$$\log m = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$\log n = \log 2 R \sin^4 \frac{1}{2} t$$

$$m = 2R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

$t$	$0^m$	$1^m$	$2^m$	$3^m$	$4^m$	$5^m$	$6^m$
0*	0" 00	1" 06	7" 85	17" 67	31" 12	49" 09	70" 68
1	0 00	2 03	7 98	17 87	31 68	49 41	71 07
2	0 00	2 10	8 12	18 07	31 94	49 71	71 17
3	0 00	2 16	8 25	18 27	32 20	50 07	71 26
4	0 01	2 23	8 39	18 47	32 47	50 40	72 26
5	0 01	2 31	8 52	18 67	32 71	50 73	72 66
6	0 02	2 38	8 66	18 87	33 01	51 07	73 06
7	0 02	2 45	8 80	19 07	33 27	51 40	73 46
8	0 03	2 52	8 94	19 28	33 54	51 71	73 86
9	0 01	2 60	9 08	19 48	33 81	52 07	74 26
10	0 05	2 67	9 22	19 69	34 09	52 41	74 66
11	0 06	2 75	9 36	19 90	34 36	52 75	75 06
12	0 08	2 83	9 50	20 11	34 64	53 09	75 47
13	0 09	2 91	9 64	20 32	34 91	53 43	75 88
14	0 11	2 99	9 79	20 53	35 19	53 77	76 29
15	0 12	3 07	9 94	20 71	35 46	54 11	76 69
16	0 14	3 15	10 09	20 95	35 71	54 46	77 10
17	0 16	3 23	10 24	21 16	36 02	54 80	77 51
18	0 18	3 32	10 39	21 38	36 30	55 15	77 93
19	0 20	3 40	10 54	21 60	36 58	55 50	78 34
20	0 22	3 49	10 69	21 82	36 87	55 84	78 75
21	0 24	3 58	10 84	22 03	37 15	56 19	79 16
22	0 26	3 67	11 00	22 25	37 44	56 55	79 58
23	0 28	3 76	11 15	22 47	37 72	56 90	80 00
24	0 31	3 85	11 31	22 70	38 01	57 25	80 42
25	0 34	3 94	11 47	22 92	38 30	57 60	80 84
26	0 37	4 03	11 63	23 14	38 59	57 96	81 26
27	0 40	4 12	11 79	23 37	38 88	58 32	81 68
28	0 43	4 22	11 95	23 60	39 17	58 68	82 10
29	0 46	4 32	12 11	23 82	39 46	59 03	82 52
30	0 49	4 42	12 27	24 05	39 76	59 39	82 95

$$n = 2R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

$t$	$0^m$	$1^m$	$2^m$	$3^m$	$4^m$	$5^m$	$6^m$
0*				0" 001	0" 002	0" 007	0" 012
10				0 001	0 008	0 008	0 013
20				0 002	0 008	0 009	0 015
30				0 002	0 004	0 010	0 016

Proportionaltheile

	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
1	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
2	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72
3	81	84	87	90	93	96	99	102	105	108
4	108	112	116	120	124	128	132	136	140	144
5	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180
6	162	168	174	180	186	192	198	204	210	216
7	189	196	203	210	217	224	231	238	245	252
8	216	224	232	240	248	256	264	272	280	288
9	243	252	261	270	279	288	297	306	315	324

$$m = 2R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

$t$	$0^m$	$1^m$	$2^m$	$3^m$	$4^m$	$5^m$	$6^m$
30	0" 49	4" 12	12" 27	21" 05	89" 76	59" 39	82" 95
31	0 52	4 52	12 43	21 28	40 05	59 75	83 38
32	0 56	4 62	12 60	21 51	40 35	60 11	83 81
33	0 59	4 72	12 76	21 74	40 65	60 47	84 28
34	0 63	4 82	12 93	24 98	40 95	60 84	84 66
35	0 67	4 92	13 10	25 21	41 25	61 20	85 09
36	0 71	5 03	13 27	25 45	41 55	61 57	85 52
37	0 75	5 13	13 44	25 68	41 85	61 91	86 39
38	0 79	5 24	13 62	25 92	42 15	62 31	86 82
39	0 83	5 34	13 79	26 16	42 45	62 68	87 26
		11	17	24	31	87	44
40	0 87	5 45	13 96	26 40	42 76	63 05	87 70
41	0 91	5 56	14 13	26 64	43 06	63 42	88 14
42	0 96	5 67	14 31	26 88	43 37	63 79	88 57
43	1 01	5 78	14 49	27 12	43 68	64 16	89 01
44	1 06	5 90	14 67	27 37	43 99	64 54	89 45
45	1 10	6 01	14 85	27 61	44 30	64 91	89 89
46	1 15	6 13	15 03	27 86	44 61	65 29	90 33
47	1 20	6 24	15 21	28 10	44 92	65 67	90 78
48	1 26	6 36	15 39	28 35	45 21	66 05	91 23
49	1 31	6 48	15 57	28 60	45 55	66 48	91 68
		12	19	25	82	88	45
50	1 36	6 60	15 76	28 85	45 87	66 81	92 12
51	1 42	6 72	15 95	29 10	46 18	67 19	92 57
52	1 48	6 84	16 14	29 36	46 50	67 58	93 42
53	1 53	6 96	16 32	29 61	46 82	67 96	93 87
54	1 59	7 09	16 51	29 86	47 14	68 35	94 88
55	1 65	7 21	16 70	30 12	47 46	68 78	95 29
56	1 71	7 34	16 89	30 38	47 79	69 12	95 74
57	1 77	7 47	17 08	30 61	48 11	69 51	96 20
58	1 83	7 60	17 28	30 90	48 48	70 20	
59	1 89	7 72	17 47	31 16	48 76		
		13	20	26	38	39	
60	1 96	7 85	17 67	31 42	49 09	70 68	

$$n = 2R \sin^4 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

	$0'' 000$	$0'' 002$	$0'' 004$	$0'' 010$	$0'' 016$
30					
40	0 001	0 002	0 005	0 011	0 018
50	0 001	0 002	0 006	0 012	0 020
60	0 001	0 002	0 007	0 012	0 022

## Proportionaltheile

	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
1	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
2	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92
3	111	114	117	120	123	126	129	132	135	138
4	148	152	156	160	164	168	172	176	180	184
5	185	190	195	200	205	210	215	220	225	230
6	222	228	234	240	246	252	258	264	270	276
7	259	266	273	280	287	294	301	308	315	322
8	296	304	312	320	328	336	344	352	360	368
9	333	342	351	360	369	378	387	396	405	414

$$m = 2R \sin^2 \frac{1}{2} i$$

$$R = 206264.8$$

$i$	$7^m$	$8^m$	$9^m$	$10^m$	$11^m$	$12^m$	$1.3^m$
0	96" 20	125" 65	159" 02	196" 32	237" 51	282" 68	331" 71
1	96 66	126 17	159 61	196 97	238 26	283 47	332 59
2	97 12	126 70	160 20	197 63	238 98	284 26	333 11
3	97 58	127 22	160 80	198 28	239 70	285 01	334 29
4	98 01	127 75	161 39	198 94	240 12	285 83	335 15
5	98 50	128 28	161 98	199 60	241 87	286 62	336 00
6	98 97	128 81	162 58	200 26	241 87	287 41	336 86
7	99 43	129 31	163 17	200 92	242 60	288 20	337 72
8	99 90	129 87	163 77	201 59	243 33	289 00	338 58
9	100 37	130 40	164 37	202 25	244 06	289 79	339 11
	47	51	60	67	78	79	86
10	100 84	180 94	164 97	202 92	244 79	290 58	340 30
11	101 31	131 47	165 57	203 58	245 52	291 88	341 16
12	101 78	132 01	166 17	204 25	246 25	292 18	342 02
13	102 25	132 55	166 77	204 92	246 98	292 96	342 58
14	102 72	133 09	167 37	205 59	247 72	293 78	343 75
15	103 20	133 63	167 97	206 26	248 45	294 58	344 62
16	103 67	134 17	168 58	206 93	249 19	295 38	345 19
17	104 15	134 71	169 19	207 60	249 93	296 18	346 36
18	104 63	135 25	169 80	208 27	250 67	296 99	347 23
19	105 10	135 80	170 41	208 91	251 41	297 79	348 10
	48	51	61	68	74	81	87
20	105 58	136 31	171 02	209 62	252 15	298 60	348 97
21	106 06	136 88	171 63	210 80	252 89	299 40	349 51
22	106 55	137 43	172 21	210 98	253 63	300 21	350 71
23	107 03	137 98	172 85	211 66	254 37	301 02	351 58
24	107 51	138 53	173 47	212 31	255 12	301 83	352 16
25	107 99	139 08	174 08	213 02	255 87	302 61	353 31
26	108 48	139 63	174 70	213 70	256 62	303 16	354 22
27	108 97	140 18	175 32	214 38	257 37	304 27	355 10
28	109 16	140 74	175 94	215 07	258 12	305 09	355 98
29	109 95	141 29	176 56	215 75	258 87	305 90	356 86
	49	56	62	69	75	82	88
30	110 44	141 85	177 18	216 44	259 62	306 72	357 71

$$n = 2R \sin^4 \frac{1}{2} i$$

$$R = 206264.8$$

$i$	$0'' 022$	$0'' 038$	$0'' 061$	$0'' 093$	$0'' 137$	$0'' 191$	$0'' 267$
10	0 024	0 041	0 066	0 099	0 146	0 205	0 281
20	0 026	0 045	0 071	0 106	0 155	0 217	0 296
30	0 029	0 049	0 076	0 113	0 164	0 229	0 311

## Proportionaltheile

	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	58	60	62	64
1	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	58	60	62	64
2	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	116	120	124	128
3	138	141	144	147	150	153	156	159	162	165	168	174	180	186	192
4	184	188	192	196	200	204	208	212	216	220	224	232	240	248	256
5	280	285	290	295	300	305	310	315	320	325	330	340	360	380	400
6	276	282	288	294	300	306	312	318	324	330	336	348	360	372	384
7	322	329	336	343	350	357	364	371	378	385	392	408	420	432	444
8	368	376	384	392	400	408	416	424	432	440	448	464	480	496	512
9	414	423	432	441	450	459	468	477	486	495	504	522	540	558	576

$$m = 2R \sin^2 \frac{1}{2} i$$

$$R = 206264.8$$

$i$	$7m$		$8m$		$9m$		$10m$		$11m$		$12m$		$13m$	
30	110" 11	19	111" 85	55	177" 18	62	216" 11	68	259" 62	75	306" 72	82	357" 74	88
31	110 93	50	112 10	56	177 80	63	217 12	69	260 37	75	307 51	83	358 62	89
32	111 13	19	112 96	56	178 13	62	217 81	69	261 12	76	308 36	82	359 51	88
33	111 92	19	113 52	56	179 05	63	218 50	69	261 88	76	309 18	82	360 39	89
34	112 11	19	114 08	56	179 68	62	219 19	69	262 61	75	310 00	82	361 28	89
35	112 90	50	114 61	56	180 30	63	219 88	70	263 39	76	310 82	83	362 17	90
36	113 10	50	115 20	56	180 93	63	220 58	69	264 15	76	311 65	82	363 07	89
37	113 90	50	115 76	57	181 56	63	221 27	70	264 91	77	312 47	83	363 96	89
38	114 10	50	116 33	56	182 19	63	221 97	69	265 68	76	313 30	82	364 85	90
39	114 90	50	116 89	57	182 82	64	222 66	70	266 11	76	314 12	83	365 75	89
40	115 10	50	117 16	57	183 16	63	223 36	70	267 20	76	314 95	83	366 64	89
41	115 90	50	118 03	57	184 09	63	224 06	70	267 96	77	315 78	83	367 53	89
42	116 10	50	118 60	57	184 72	63	224 76	70	268 73	76	316 61	83	368 42	89
43	116 90	51	119 17	57	185 35	64	225 16	70	269 19	77	317 11	83	369 31	90
44	117 11	51	119 71	57	185 99	64	226 16	70	270 26	78	318 27	83	370 21	90
45	117 92	51	120 31	57	186 63	64	226 86	71	271 02	77	319 10	81	371 11	90
46	118 13	51	120 88	57	187 27	64	227 57	70	271 79	77	319 91	81	372 01	90
47	118 94	51	121 15	58	187 91	64	228 27	71	272 56	78	320 78	81	372 91	91
48	119 15	51	122 03	58	188 55	64	228 98	70	273 31	77	321 62	83	373 82	90
49	119 96	52	122 61	58	189 19	64	229 68	71	274 11	77	322 15	84	374 72	90
50	120 17	51	123 19	58	189 83	64	230 39	71	274 88	77	323 29	84	375 62	90
51	120 98	51	123 77	58	190 17	65	231 10	71	275 65	78	324 13	81	376 52	91
52	121 19	52	124 35	58	191 12	64	231 81	71	276 13	77	324 97	81	377 43	91
53	122 01	52	124 93	58	191 76	65	232 52	72	277 20	78	325 81	85	378 34	92
54	122 43	52	125 51	58	192 11	65	233 21	71	277 98	78	326 66	81	379 26	91
55	123 05	52	126 09	58	193 06	65	233 95	72	278 76	79	327 50	85	380 17	91
56	123 57	52	126 67	58	193 71	65	234 67	71	279 55	78	328 35	81	381 08	91
57	124 09	52	127 25	59	194 36	65	235 38	72	280 33	79	329 19	85	381 99	91
58	124 61	52	127 81	59	195 01	65	236 10	72	281 12	78	330 01	85	382 90	92
59	125 13	52	128 11	59	195 66	66	236 82	72	281 90	78	330 80	85	383 82	92
60	125 65	52	129 02	59	196 32	66	237 51	72	282 68	78	331 74	85	384 74	92

$$n = 2R \sin^4 \frac{1}{2} i$$

$$R = 206264.8$$

30	0" 029	0" 019	0" 076	0" 113	0" 161	0" 229	0" 311
40	0 032	0 053	0 081	0 121	0 174	0 241	0 327
50	0 035	0 057	0 087	0 129	0 181	0 251	0 343
60	0 038	0 061	0 093	0 137	0 191	0 267	0 359

Proportionaltheile

	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92
1	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92
2	132	136	140	144	148	152	156	160	164	168	172	176	180	184
3	198	204	210	216	222	228	234	240	246	252	258	264	270	276
4	264	272	280	288	296	304	312	320	328	336	344	352	360	368
5	330	340	350	360	370	380	390	400	410	420	430	440	450	460
6	396	408	420	432	444	456	468	480	492	504	516	528	540	552
7	462	476	490	504	518	532	546	560	574	588	602	616	630	644
8	528	544	560	576	592	608	624	640	656	672	688	704	720	736
9	594	612	630	648	666	684	702	720	738	756	774	792	810	828

$$m = 2R \sin^2 \frac{1}{2} i$$

$$R = 206264.8$$

$i$	14 <sup>m</sup>	15 <sup>m</sup>	16 <sup>m</sup>	17 <sup>m</sup>	18 <sup>m</sup>	19 <sup>m</sup>
0 <sup>o</sup>	884 <sup>o</sup> 74 <sup>o</sup> 91	441 <sup>o</sup> 63 <sup>o</sup> 99	502 <sup>o</sup> 46 <sup>o</sup> 101	567 <sup>o</sup> 19 <sup>o</sup> 111	635 <sup>o</sup> 85 <sup>o</sup> 117	708 <sup>o</sup> 42 <sup>o</sup> 124
1	385 65 91	442 62 98	503 50 105	568 30 112	637 02 118	709 60 121
2	386 56 92	443 60 98	504 55 105	569 42 111	638 20 118	710 90 125
3	387 48 92	444 58 98	505 60 105	570 53 112	639 38 118	712 15 121
4	388 40 92	445 56 99	506 65 105	571 65 111	640 56 118	713 39 125
5	389 32 92	446 55 99	507 70 106	572 76 112	641 74 119	714 64 125
6	390 24 92	447 54 99	508 76 105	573 88 112	642 93 118	715 89 125
7	391 16 98	448 53 98	509 81 105	575 00 112	644 11 119	717 14 125
8	392 09 92	449 51 99	510 86 106	576 12 112	645 30 118	718 39 125
9	393 01 98	450 50 100	511 92 108	577 24 112	646 48 119	719 64 125
10	398 94 92	451 50 99	512 98 105	578 86 112	647 67 119	720 89 126
11	394 86 98	452 49 99	514 08 106	579 48 113	648 86 119	722 15 125
12	395 79 98	453 48 100	515 09 106	580 61 112	649 05 119	723 10 126
13	396 72 98	454 48 99	516 15 106	581 73 118	651 21 119	724 66 125
14	397 65 93	455 47 100	517 21 106	582 86 118	652 43 119	725 91 126
15	398 58 94	456 47 100	518 27 107	583 99 118	653 62 120	727 17 126
16	399 52 98	457 47 100	519 34 106	585 12 113	654 82 119	728 13 126
17	400 45 98	458 47 100	520 40 107	586 25 118	656 01 120	729 30 126
18	401 38 94	459 47 100	521 47 106	587 38 118	657 21 119	730 95 126
19	402 32 94	460 47 100	522 53 107	588 51 113	658 40 120	732 21 127
20	403 26 94	461 47 101	523 60 107	589 64 118	659 60 120	733 48 126
21	404 20 94	462 48 100	524 67 107	590 77 114	660 80 120	734 74 127
22	405 14 94	463 48 100	525 74 107	591 91 114	662 00 120	736 01 126
23	406 08 94	464 48 101	526 81 108	593 05 113	663 20 120	737 27 127
24	407 02 94	465 49 101	527 89 107	594 18 114	664 40 121	738 54 127
25	407 96 94	466 50 101	528 96 107	595 32 114	665 61 120	739 81 127
26	408 90 94	467 51 101	530 03 108	596 46 114	666 81 121	741 08 127
27	409 84 95	468 52 101	531 11 107	597 60 114	668 02 120	742 35 127
28	410 79 94	469 53 101	532 18 108	598 74 114	669 22 121	743 62 127
29	411 73 95	470 54 101	533 26 107	599 88 115	670 43 121	744 89 128
30	412 68 94	471 55 100	534 33 108	601 03 116	671 64 121	746 17 128

$$n = 2R \sin^2 \frac{1}{2} i$$

$$R = 206264.8$$

$i$	0 <sup>o</sup> 850	0 <sup>o</sup> 478	0 <sup>o</sup> 612	0 <sup>o</sup> 780	0 <sup>o</sup> 980	1 <sup>o</sup> 216
10	0 376	0 495	0 688	0 811	1 016	1 259
20	0 894	0 517	0 665	0 843	1 054	1 801
30	0 418	0 540	0 693	0 876	1 098	1 850

## Proportionaltheile

	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	114	116	118
1	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	114	116	118
2	184	188	192	196	200	204	208	212	216	220	224	228	232	236
3	276	282	288	294	300	306	312	318	324	330	336	342	348	354
4	368	376	384	392	400	408	416	424	432	440	448	456	464	472
5	460	470	480	490	500	510	520	530	540	550	560	570	580	590
6	552	564	576	588	600	612	624	636	648	660	672	684	696	708
7	644	658	672	686	700	714	728	742	756	770	784	798	812	826
8	736	752	768	784	800	816	832	848	864	880	896	912	928	944
9	828	846	864	882	900	918	936	954	972	990	1008	1026	1044	1062

$$m = 2R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

$t$	11 <sup>m</sup>	15 <sup>m</sup>	16 <sup>m</sup>	17 <sup>m</sup>	18 <sup>m</sup>	19 <sup>m</sup>
30	412" 68 95	471" 55 102	531" 33 108	601" 02 115	671" 64 121	746" 17 127
31	413 63 96	472 57 101	535 41 109	602 17 115	672 85 121	747 44 128
32	414 59 95	478 58 102	536 50 108	603 32 115	674 06 122	748 72 128
33	415 51 95	471 60 102	537 58 109	601 17 114	675 28 121	750 00 128
34	416 49 95	475 62 102	538 67 108	605 61 115	676 49 121	751 28 128
35	417 14 96	476 64 101	539 75 108	606 76 115	677 70 122	752 56 128
36	418 10 95	477 65 102	540 83 108	607 91 115	678 92 121	753 84 128
37	419 35 96	478 67 103	541 91 109	609 06 116	680 13 122	755 12 128
38	420 31 96	479 70 102	543 00 109	610 22 115	681 35 122	756 40 128
39	421 27 96	480 72 102	544 09 109	611 37 116	682 57 122	757 68 129
40	422 23 96	481 74 103	545 18 109	612 53 115	683 79 122	758 97 129
41	423 19 96	482 77 102	546 27 109	613 68 116	685 01 122	760 26 128
42	424 15 96	483 79 103	547 36 109	614 81 116	686 23 123	761 54 129
43	425 11 96	484 82 103	548 45 110	616 00 115	687 46 122	762 83 129
44	426 07 97	485 85 103	549 55 109	617 15 116	688 68 123	764 12 129
45	427 04 97	486 88 103	550 61 109	618 31 117	689 91 122	765 41 129
46	428 01 96	487 91 108	551 73 110	619 48 116	691 13 123	766 70 180
47	428 97 96	488 94 108	552 88 110	620 64 116	692 36 123	768 00 129
48	429 93 97	489 97 101	553 93 110	621 80 117	693 59 123	769 29 129
49	430 90 97	491 01 104	555 03 110	622 97 116	694 82 123	770 58 180
50	481 87 97	492 05 103	556 13 111	624 13 117	696 05 128	771 88 180
51	482 84 98	493 08 104	557 24 110	625 30 117	697 28 123	773 18 180
52	433 82 97	494 12 103	558 34 110	626 47 116	698 51 124	774 48 180
53	484 79 97	495 15 101	559 44 111	627 68 117	699 75 128	775 78 180
54	485 76 97	496 19 104	560 55 110	628 80 118	700 98 121	777 08 180
55	486 73 98	497 28 105	561 65 111	629 98 117	702 22 124	778 88 180
56	487 71 98	498 28 104	562 76 111	631 15 117	703 46 128	779 68 180
57	438 69 98	499 32 105	563 87 111	632 32 117	704 69 124	780 98 181
58	439 67 98	500 37 104	564 98 110	633 49 118	705 93 124	782 29 180
59	440 65 98	501 41 105	566 08 111	634 67 118	707 17 125	783 59 181
60	441 63 98	502 46 105	567 19 111	635 85 118	708 42 125	784 90 181

$$n = 2R \sin^4 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

$80^\circ$	0" 418	0" 510	0" 693	0" 876	1" 093	1" 850
40	0 482	0 568	0 721	0 910	1 133	1 897
50	0 452	0 587	0 750	0 945	1 174	1 445
60	0 478	0 612	0 780	0 980	1 216	1 498

## Proportionaltheile

	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131
1	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131
2	210	242	244	216	248	250	252	254	256	258	260	262
3	860	368	366	869	872	375	378	381	381	887	890	898
4	480	484	488	492	496	500	504	508	512	516	520	524
5	600	605	610	615	620	625	630	635	640	645	650	655
6	720	726	732	738	744	750	756	762	768	774	780	786
7	840	847	854	861	868	875	882	889	896	903	910	917
8	960	968	976	984	992	1000	1008	1016	1024	1032	1040	1048
9	1080	1089	1098	1107	1116	1125	1134	1143	1152	1161	1170	1179



$$\log m = \log 2 R \sin^{21\frac{1}{2}} t$$

$$R = 206264.8$$

$t$	$0^m$		$1^m$		$2^m$		$3^m$		$4^m$		$5^m$	
0 <sup>s</sup>	— ∞		0 29303	1436	0 89509	721	1 24727	481	1 49711	362	1 69096	289
1	6 78678	60206	0 30789	1412	0 90230	715	1 25208	479	1 50076	359	1 69385	288
2	7 83879	85218	0 32151	1890	0 90945	709	1 25687	476	1 50435	358	1 69673	287
3	7 69097	24988	0 88541	1368	0 91654	703	1 26163	473	1 50793	357	1 69960	286
4	7 94085	19882	0 81909	1846	0 92357	698	1 26636	471	1 51150	355	1 70246	285
5	8 13467	15886	0 86255	1326	0 93055	692	1 27107	468	1 51505	354	1 70531	284
6	8 29808	13389	0 87581	1307	0 93747	687	1 27575	466	1 51859	352	1 70815	284
7	8 42692	11599	0 38886	1286	0 94431	681	1 28041	463	1 52211	351	1 71099	283
8	8 54291	10230	0 40174	1268	0 95115	676	1 28501	461	1 52562	350	1 71382	281
9	8 61521	9152	0 41442	1250	0 95791	671	1 28965	458	1 52912	348	1 71663	281
10	8 78678	8278	0 42692	1233	0 96462	665	1 29423	456	1 53260	346	1 71941	279
11	8 81951	7558	0 43925	1215	0 97127	661	1 29879	453	1 53606	346	1 72223	279
12	8 89509	6952	0 45140	1198	0 97788	655	1 30332	451	1 53952	344	1 72502	278
13	8 96461	6437	0 46338	1181	0 98443	651	1 30783	449	1 54296	343	1 72780	277
14	9 02898	5998	0 47519	1166	0 99091	646	1 31232	447	1 54639	341	1 73057	276
15	9 08891	5606	0 48685	1151	0 99740	641	1 31679	444	1 54980	340	1 73333	275
16	9 14497	5266	0 49836	1135	1 00381	636	1 32128	443	1 55320	339	1 73608	275
17	9 19768	4964	0 50971	1121	1 01017	632	1 32566	440	1 55659	337	1 73883	274
18	9 24727	4696	0 52092	1106	1 01649	627	1 33006	437	1 55996	336	1 74157	272
19	9 29423	4456	0 53198	1098	1 02276	622	1 33443	435	1 56332	335	1 74429	272
20	9 33879	4238	0 54291	1079	1 02898	619	1 33878	433	1 56667	333	1 74701	271
21	9 38117	4040	0 55370	1066	1 03517	614	1 34311	432	1 57000	332	1 74972	270
22	9 42157	3861	0 56438	1058	1 04131	609	1 34743	429	1 57332	331	1 75242	269
23	9 46018	3697	0 57489	1040	1 04740	605	1 35172	426	1 57663	330	1 75511	269
24	9 49715	3546	0 58529	1028	1 05345	601	1 35598	424	1 57993	328	1 75780	268
25	9 53261	3406	0 59557	1016	1 05946	597	1 36022	423	1 58321	327	1 76048	266
26	9 56687	3278	0 60573	1001	1 06543	593	1 36445	421	1 58648	326	1 76314	266
27	9 59945	3159	0 61577	993	1 07136	589	1 36866	419	1 58974	325	1 76580	266
28	9 63104	3048	0 62570	981	1 07725	585	1 37285	417	1 59299	323	1 76846	264
29	9 66152	2945	0 63551	970	1 08310	581	1 37702	414	1 59622	323	1 77110	263
30	9 69097		0 64521		1 08891		1 38116		1 59945		1 77373	

$$\log n = \log 2 R \sin^4 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

$0^s$					7 8788	7-7664
10						
20						
30					7 5884	7-9320

## Proportionaltheile

	580	520	510	500	490	480	470	460	450	440	430	420	410	400	390
1	58 0	52 0	51 0	50 0	49 0	48 0	47 0	46 0	45 0	44 0	43 0	42 0	41 0	40 0	39 0
2	106 0	104 0	102 0	100 0	98 0	96 0	94 0	92 0	90 0	88 0	86 0	84 0	82 0	80 0	78 0
3	159 0	156 0	153 0	150 0	147 0	144 0	141 0	138 0	135 0	132 0	129 0	126 0	123 0	120 0	117 0
4	212 0	208 0	204 0	200 0	196 0	192 0	188 0	184 0	180 0	176 0	172 0	168 0	164 0	160 0	156 0
5	265 0	260 0	255 0	250 0	245 0	240 0	235 0	230 0	225 0	220 0	215 0	210 0	205 0	200 0	195 0
6	318 0	312 0	306 0	300 0	294 0	288 0	282 0	276 0	270 0	264 0	258 0	252 0	246 0	240 0	234 0
7	371 0	364 0	357 0	350 0	343 0	336 0	329 0	322 0	315 0	308 0	301 0	294 0	287 0	280 0	273 0
8	424 0	416 0	408 0	400 0	392 0	384 0	376 0	368 0	360 0	352 0	344 0	336 0	328 0	320 0	312 0
9	477 0	468 0	459 0	450 0	441 0	432 0	423 0	414 0	405 0	396 0	387 0	378 0	369 0	360 0	351 0



$$\log m = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} i$$

$$R = 206264.8$$

$i$	6 $m$	7 $m$	8 $m$	9 $m$	10 $m$	11 $m$
0 $^{\circ}$	1 84931 241	1 98320 206	2 09917 181	2 20146 161	2 29296 145	2 37571 181
1	1 85172 240	1 98526 206	2 10098 180	2 20307 160	2 29441 145	2 37705 181
2	1 85412 239	1 98732 205	2 10278 180	2 20467 160	2 29586 141	2 37836 181
3	1 85651 239	1 98937 205	2 10458 179	2 20627 160	2 29730 141	2 37967 181
4	1 85890 239	1 99142 205	2 10637 180	2 20787 159	2 29874 143	2 38098 181
5	1 86129 237	1 99347 201	2 10817 178	2 20946 160	2 30017 141	2 38229 181
6	1 86366 237	1 99551 201	2 10995 179	2 21106 158	2 30161 143	2 38360 180
7	1 86608 237	1 99755 203	2 11171 178	2 21264 159	2 30301 143	2 38490 180
8	1 86840 235	1 99958 203	2 11352 178	2 21423 158	2 30447 143	2 38619 180
9	1 87075 235	2 00161 202	2 11530 177	2 21581 158	2 30590 142	2 38749 180
10	1 87310 235	2 00368 202	2 11707 177	2 21739 158	2 30732 142	2 38879 180
11	1 87545 234	2 00565 201	2 11881 177	2 21897 158	2 30871 142	2 39009 180
12	1 87779 233	2 00766 201	2 12061 176	2 22055 157	2 31016 142	2 39138 180
13	1 88012 232	2 00967 200	2 12237 176	2 22212 157	2 31158 142	2 39267 180
14	1 88244 232	2 01167 200	2 12413 176	2 22369 156	2 31300 141	2 39396 180
15	1 88476 232	2 01367 199	2 12589 175	2 22525 157	2 31441 141	2 39525 180
16	1 88708 230	2 01566 199	2 12761 175	2 22682 156	2 31582 141	2 39654 180
17	1 88938 230	2 01765 199	2 12939 175	2 22838 156	2 31723 141	2 39782 180
18	1 89168 230	2 01964 198	2 13114 174	2 22994 155	2 31861 140	2 39910 180
19	1 89398 229	2 02162 198	2 13288 174	2 23149 155	2 32004 140	2 40038 180
20	1 89627 228	2 02360 197	2 13462 173	2 23304 155	2 32144 140	2 40166 180
21	1 89855 228	2 02557 196	2 13635 174	2 23459 155	2 32284 140	2 40291 180
22	1 90088 227	2 02758 197	2 13809 173	2 23614 151	2 32421 139	2 40421 180
23	1 90310 226	2 02950 196	2 13982 172	2 23768 154	2 32568 140	2 40548 180
24	1 90536 226	2 03146 195	2 14154 172	2 23922 154	2 32708 139	2 40675 180
25	1 90762 225	2 03341 195	2 14326 172	2 24076 154	2 32842 138	2 40802 180
26	1 90987 225	2 03536 194	2 14498 172	2 24230 153	2 32980 139	2 40929 180
27	1 91212 224	2 03730 194	2 14670 171	2 24383 153	2 33119 139	2 41055 180
28	1 91436 224	2 03924 194	2 14841 170	2 24536 153	2 33258 138	2 41181 180
29	1 91660 223	2 04118 193	2 15011 171	2 24689 153	2 33396 138	2 41307 180
30	1 91883 223	2 04311 193	2 15182 171	2 24842 153	2 33534 138	2 41431 180

$$\log n = \log 2 R \sin^4 \frac{1}{2} i$$

$$R = 206264.8$$

0 $^{\circ}$	8 0882	8 8509	8 5829	8 7875	8 9705	9 1860
10					8 9991 286	9 1621 261
20					8 0274 283	9 1879 258
30	8 2222	8 4708	8 6882	8 9814	9 0562 278	9 2182 258

## Proportionaltheile

	240	285	280	225	220	215	210	205	200	195	190	185	180	175	170
1	24 0	28 5	28 0	22 5	22 0	21 5	21 0	20 5	20 0	19 5	19 0	18 5	18 0	17 5	17 0
2	48 0	47 0	46 0	45 0	44 0	43 0	42 0	41 0	40 0	39 0	38 0	37 0	36 0	35 0	34 0
3	72 0	70 5	69 0	67 5	66 0	64 5	63 0	61 5	60 0	58 5	57 0	55 5	54 0	52 5	51 0
4	96 0	94 0	92 0	90 0	88 0	86 0	84 0	82 0	80 0	78 0	76 0	74 0	72 0	70 0	68 0
5	120 0	117 5	115 0	112 5	110 0	107 5	105 0	102 5	100 0	97 5	95 0	92 5	90 0	87 5	85 0
6	144 0	141 0	138 0	135 0	132 0	129 0	126 0	123 0	120 0	117 0	114 0	111 0	108 0	105 0	102 0
7	168 0	164 5	161 0	157 5	154 0	150 5	147 0	143 5	140 0	136 5	133 0	129 5	126 0	122 5	119 0
8	192 0	188 0	184 0	180 0	176 0	172 0	168 0	164 0	160 0	156 0	152 0	148 0	144 0	140 0	136 0
9	216 0	211 5	207 0	202 5	198 0	193 5	189 0	184 5	180 0	175 5	171 0	166 5	162 0	157 5	153 0

$$\log m = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} i$$

$$R = 206264.8$$

$i$	$6^m$	$7^m$	$8^m$	$9^m$	$10^m$	$11^m$
30°	1 91888 222	2 01311 198	2 15182 170	2 24842 152	2 33524 137	2 41484 126
31	1 92105 222	2 01504 198	2 15352 170	2 24991 152	2 33671 138	2 41560 126
32	1 92327 221	2 01697 191	2 15522 169	2 25146 151	2 33809 137	2 41685 126
33	1 92518 221	2 01888 192	2 15691 169	2 25297 152	2 33946 137	2 41811 125
34	1 92769 221	2 05080 191	2 15860 169	2 25449 151	2 34083 137	2 41986 125
35	1 92990 219	2 05271 191	2 16029 169	2 25600 151	2 34220 137	2 42061 125
36	1 93209 219	2 05462 190	2 16198 168	2 25751 151	2 34357 136	2 42186 124
37	1 93428 218	2 05652 190	2 16366 168	2 25902 150	2 34493 137	2 42310 125
38	1 93646 218	2 05842 189	2 16534 167	2 26052 150	2 34630 136	2 42435 124
39	1 93864 218	2 06031 189	2 16701 167	2 26202 150	2 34766 135	2 42559 124
40	1 94082 217	2 06220 189	2 16868 167	2 26352 149	2 34901 136	2 42688 124
41	1 94299 216	2 06409 188	2 17035 167	2 26501 150	2 35037 135	2 42807 124
42	1 94515 216	2 06597 188	2 17202 166	2 26651 149	2 35172 135	2 42981 124
43	1 94731 215	2 06785 187	2 17368 166	2 26800 149	2 35307 135	2 43055 123
44	1 94946 215	2 06972 187	2 17534 166	2 26949 148	2 35442 135	2 43178 124
45	1 95161 214	2 07159 187	2 17700 165	2 27097 149	2 35577 135	2 43302 123
46	1 95375 214	2 07346 186	2 17865 165	2 27246 148	2 35712 134	2 43425 123
47	1 95589 213	2 07532 186	2 18030 164	2 27394 148	2 35846 134	2 43548 122
48	1 95802 212	2 07718 185	2 18194 165	2 27542 147	2 35980 134	2 43670 123
49	1 96014 212	2 07903 185	2 18359 164	2 27689 147	2 36114 134	2 43798 122
50	1 96226 212	2 08088 185	2 18523 164	2 27836 146	2 36248 133	2 43915 122
51	1 96438 211	2 08273 184	2 18687 163	2 27981 146	2 36381 134	2 44037 122
52	1 96649 211	2 08457 184	2 18850 163	2 28130 147	2 36515 133	2 44159 122
53	1 96860 210	2 08641 183	2 19013 163	2 28277 146	2 36648 133	2 44281 122
54	1 97070 209	2 08824 183	2 19176 162	2 28423 146	2 36781 132	2 44408 122
55	1 97279 209	2 09007 183	2 19338 162	2 28569 146	2 36913 132	2 44525 121
56	1 97488 209	2 09190 182	2 19500 162	2 28715 146	2 37046 132	2 44646 121
57	1 97697 208	2 09372 182	2 19662 162	2 28861 145	2 37178 132	2 44767 121
58	1 97905 207	2 09554 181	2 19824 161	2 29006 145	2 37310 132	2 44888 121
59	1 98112 208	2 09735 182	2 19985 161	2 29151 145	2 37442 132	2 45009 121
60	1 18320	2 09917	2 20146	2 29296	2 37574	2 45180

$$\log n = \log 2 R \sin^4 \frac{1}{2} i$$

$$R = 506264.8$$

	8 2222	8 4708	8 6882	8 8814	9 0552	9 2182
30°					273	249
40					9 0825	9 2881
50					270	247
60	8 3509	8 5829	8 7875	8 9705	9 1095	9 2628
					205	248
					9 1860	9 2871

## Proportionaltheile

	170	160	150	140	130	120	110	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
1	170	160	150	140	130	120	110	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
2	840	832	824	816	808	800	792	784	776	768	760	752	744	736	728	720	712	704
3	510	498	486	474	462	450	438	426	414	402	390	378	366	354	342	330	318	306
4	680	664	648	632	616	600	584	568	552	536	520	504	488	472	456	440	424	408
5	850	830	810	790	770	750	730	710	690	670	650	630	610	590	570	550	530	510
6	1020	996	972	948	924	900	876	852	828	804	780	756	732	708	684	660	636	612
7	1190	1162	1134	1106	1078	1050	1022	994	966	938	910	882	854	826	798	770	742	714
8	1360	1328	1296	1264	1232	1200	1168	1136	1104	1072	1040	1008	976	944	912	880	848	816
9	1530	1494	1458	1422	1386	1350	1314	1278	1242	1206	1170	1134	1098	1062	1026	990	954	918

$$\log m = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} i$$

$$R = 206264.1$$

$i$	12 <sup>m</sup>		18 <sup>m</sup>		14 <sup>m</sup>		15 <sup>m</sup>		16 <sup>m</sup>		17 <sup>m</sup>
0 <sup>s</sup>	2 45180	120	2 52081	111	2 58516	108	2 64506	97	2 70109	91	2 75837
1	2 45250	121	2 52192	111	2 58619	103	2 64608	96	2 70200	91	2 75915
2	2 45371	120	2 52303	111	2 58722	108	2 64699	96	2 70291	90	2 75991
3	2 45491	120	2 52414	111	2 58825	103	2 64795	96	2 70381	90	2 76062
4	2 45611	120	2 52525	110	2 58928	108	2 64891	96	2 70171	90	2 75771
5	2 45781	119	2 52685	111	2 59031	108	2 64987	96	2 70561	90	2 75771
6	2 45850	120	2 52746	110	2 59184	102	2 65083	96	2 70651	90	2 75844
7	2 45970	119	2 52856	111	2 59286	103	2 65179	95	2 70711	89	2 75911
8	2 46089	120	2 52967	110	2 59339	102	2 65274	96	2 70880	90	2 76005
9	2 46209	119	2 53077	110	2 59441	102	2 65370	96	2 70920	90	2 76113
10	2 46328	118	2 53187	110	2 59543	102	2 65466	95	2 71010	89	2 76222
11	2 46446	119	2 53297	109	2 59645	102	2 65561	95	2 71099	89	2 76330
12	2 46565	119	2 53406	110	2 59747	102	2 65656	95	2 71188	90	2 76434
13	2 46684	118	2 53516	109	2 59849	102	2 65751	95	2 71278	89	2 76537
14	2 46802	118	2 53625	110	2 59951	101	2 65846	95	2 71367	89	2 76637
15	2 46920	118	2 53735	109	2 60052	102	2 65941	95	2 71456	89	2 76731
16	2 47038	118	2 53844	109	2 60154	101	2 66036	95	2 71545	89	2 76822
17	2 47156	118	2 53953	109	2 60255	102	2 66131	94	2 71634	89	2 76911
18	2 47274	118	2 54062	108	2 60357	101	2 66225	95	2 71728	88	2 77005
19	2 47392	117	2 54170	109	2 60458	101	2 66320	94	2 71811	89	2 77101
20	2 47509	117	2 54279	108	2 60559	101	2 66414	95	2 71900	89	2 77197
21	2 47626	117	2 54387	109	2 60660	100	2 66509	94	2 71989	88	2 77291
22	2 47743	117	2 54496	108	2 60760	101	2 66603	94	2 72077	88	2 77382
23	2 47860	117	2 54604	108	2 60861	100	2 66697	94	2 72165	89	2 77473
24	2 47977	117	2 54712	108	2 60961	101	2 66791	94	2 72251	88	2 77562
25	2 48094	116	2 54820	108	2 61062	100	2 66885	94	2 72332	88	2 77651
26	2 48210	117	2 54928	107	2 61162	101	2 66979	94	2 72418	88	2 77737
27	2 48327	116	2 55035	108	2 61263	100	2 67073	93	2 72518	88	2 77821
28	2 48443	116	2 55143	107	2 61363	100	2 67166	94	2 72606	88	2 77905
29	2 48559	116	2 55250	108	2 61463	100	2 67260	93	2 72691	87	2 77989
30	2 48675	116	2 55358	108	2 61563	100	2 67353	93	2 72781	87	2 78073

$$\log n = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} i$$

$$R = 206264.1$$

0 <sup>s</sup>	9 2871	210	9 4261	221	9 5549	205	9 6747	191	9 7867	180	9 8927
10	9 3111	287	9 4482	218	9 5754	203	9 6938	190	9 8047	179	9 9042
20	9 3348	282	9 4700	217	9 5957	201	9 7128	188	9 8226	176	9 9277
30	9 3580		9 4917		9 6158		9 7316		9 8402		9 9427

## Proportionaltheile

	122	120	118	116	114	112	110	108	106	104	102	100	98	96
1	122	120	118	116	114	112	110	108	106	104	102	100	98	96
2	244	240	236	232	228	224	220	216	212	208	204	200	196	192
3	366	360	354	348	342	336	330	324	318	312	306	300	294	288
4	488	480	472	464	456	448	440	432	424	416	408	400	392	384
5	610	600	590	580	570	560	550	540	530	520	510	500	490	480
6	732	720	708	696	684	672	660	648	636	624	612	600	588	576
7	854	840	826	812	798	784	770	756	742	728	714	700	686	672
8	976	960	944	928	912	896	880	864	848	832	816	800	784	768
9	1098	1080	1062	1044	1026	1008	990	972	954	936	918	900	882	864

$$\log m = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

$t$	12 <sup>m</sup>	18 <sup>m</sup>	14 <sup>m</sup>	15 <sup>m</sup>	16 <sup>m</sup>	17 <sup>m</sup>
30 <sup>s</sup>	2 48675 115	2 55358 107	2 61563 99	2 67853 93	2 72781 88	2 77890 88
31	2 48790 116	2 55465 107	2 61662 100	2 67446 93	2 72869 88	2 77978 88
32	2 48906 115	2 55572 107	2 61762 99	2 67539 94	2 72957 87	2 78056 82
33	2 49021 115	2 55679 106	2 61861 100	2 67633 93	2 73044 88	2 78138 82
34	2 49136 115	2 55785 107	2 61961 99	2 67726 92	2 73132 87	2 78220 82
35	2 19251 115	2 55892 107	2 62060 99	2 67818 93	2 73219 87	2 78302 83
36	2 19366 115	2 55999 106	2 62159 99	2 67911 93	2 73306 87	2 78385 82
37	2 49181 115	2 56105 106	2 62258 99	2 68001 93	2 73393 87	2 78467 82
38	2 19598 115	2 56211 106	2 62357 99	2 68097 92	2 73480 87	2 78549 82
39	2 49711 111	2 56317 106	2 62456 99	2 68189 92	2 73567 87	2 78631 82
40	2 49825 111	2 56423 106	2 62555 99	2 68281 93	2 73654 87	2 78718 82
41	2 19939 114	2 56529 106	2 62654 98	2 68371 92	2 73741 86	2 78795 82
42	2 50053 111	2 56635 105	2 62752 98	2 68466 92	2 73827 87	2 78877 81
43	2 50167 114	2 56740 106	2 62850 99	2 68558 92	2 73911 87	2 78958 82
44	2 50281 113	2 56846 105	2 62949 98	2 68650 92	2 74001 86	2 79040 81
45	2 50394 111	2 56951 105	2 63047 98	2 68742 92	2 74087 86	2 79121 82
46	2 50508 113	2 57056 105	2 63145 98	2 68831 92	2 74173 86	2 79208 81
47	2 50621 113	2 57161 105	2 63243 98	2 68923 91	2 74259 87	2 79284 82
48	2 50731 113	2 57266 105	2 63341 97	2 69017 92	2 74346 86	2 79366 81
49	2 50847 113	2 57371 105	2 63438 98	2 69109 92	2 74432 86	2 79447 81
50	2 50960 113	2 57476 104	2 63536 98	2 69201 91	2 74518 86	2 79528 81
51	2 51073 112	2 57580 105	2 63631 97	2 69292 91	2 74604 86	2 79609 81
52	2 51185 113	2 57685 104	2 63731 97	2 69383 91	2 74690 85	2 79690 81
53	2 51298 112	2 57789 104	2 63828 97	2 69474 91	2 74775 86	2 79771 81
54	2 51410 112	2 57893 104	2 63925 97	2 69565 91	2 74861 86	2 79852 81
55	2 51522 112	2 57997 104	2 64022 97	2 69656 91	2 74947 85	2 79933 81
56	2 51634 112	2 58101 104	2 64119 97	2 69747 91	2 75032 86	2 80014 80
57	2 51746 112	2 58205 104	2 64216 97	2 69838 91	2 75118 85	2 80094 81
58	2 51858 111	2 58309 103	2 64313 97	2 69929 90	2 75203 85	2 80175 80
59	2 51969 112	2 58412 104	2 64410 96	2 70019 90	2 75288 85	2 80255 81
60	2 52081 112	2 58516 104	2 64506 96	2 70109 90	2 75373 85	2 80336 81

$$\log n = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

30 <sup>s</sup>	9 8580 230	9 1917 213	9 6158 198	9 7816 186	9 8102 174	9 9428 164
40	9 3810 228	9 5130 211	9 6356 197	9 7502 181	9 8576 173	9 9587 164
50	9 1038 223	9 5311 208	9 6553 191	9 7686 181	9 8749 171	9 9751 162
60	9 1261 223	9 5519 208	9 6747 191	9 7867 181	9 8920 171	9 9913 162

## Proportionaltheile

	94	93	92	91	90	89	88	87	86	85	84	83	82	81	80
1	94	93	92	91	90	89	88	87	86	85	84	83	82	81	80
2	188	186	184	182	180	178	176	174	172	170	168	166	164	162	160
3	282	279	276	273	270	267	264	261	258	255	252	249	246	243	240
4	376	372	368	364	360	356	352	348	344	340	336	332	328	324	320
5	470	465	460	455	450	445	440	435	430	425	420	415	410	405	400
6	564	558	552	546	540	534	528	522	516	510	504	498	492	486	480
7	658	651	644	637	630	623	616	609	602	595	588	581	574	567	560
8	752	744	736	728	720	712	704	696	688	680	672	664	656	648	640
9	846	837	828	819	810	801	792	783	774	765	756	747	738	729	720



$$\log m = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

$t$	18 <sup>m</sup>	19 <sup>m</sup>	20 <sup>m</sup>	21 <sup>m</sup>	22 <sup>m</sup>	23 <sup>m</sup>
0 <sup>s</sup>	2 80386 80	2 85029 76	2 89481 73	2 98717 69	2 97755 65	3 01615 62
1	2 80416 80	2 85105 76	2 89554 72	2 98786 69	2 97820 66	3 01675 63
2	2 80496 80	2 85181 76	2 89626 72	2 93855 68	2 97886 66	3 01734 63
3	2 80578 80	2 85257 76	2 89698 72	2 93928 69	2 97952 65	3 01801 63
4	2 80656 80	2 85333 76	2 89770 72	2 93992 69	2 98017 66	3 01861 63
5	2 80786 80	2 85409 76	2 89842 72	2 94061 68	2 98088 65	3 01946 63
6	2 80816 80	2 85485 76	2 89914 72	2 94129 69	2 98148 66	3 01984 63
7	2 80896 80	2 85561 75	2 89986 72	2 94198 68	2 98214 65	3 02052 63
8	2 80976 80	2 85636 76	2 90058 72	2 94266 69	2 98279 65	3 02114 63
9	2 81056 79	2 85712 75	2 90130 72	2 94335 68	2 98344 66	3 02177 63
10	2 81185 80	2 85787 76	2 90202 72	2 94403 68	2 98410 65	3 02239 63
11	2 81215 80	2 85868 75	2 90274 72	2 94471 69	2 98475 65	3 02302 63
12	2 81295 80	2 85988 76	2 90346 71	2 94540 68	2 98540 65	3 02364 63
13	2 81375 79	2 86014 75	2 90417 72	2 94608 68	2 98605 65	3 02426 63
14	2 81454 79	2 86089 75	2 90489 71	2 94676 68	2 98670 65	3 02489 63
15	2 81588 79	2 86164 75	2 90560 72	2 94744 68	2 98785 65	3 02551 63
16	2 81612 79	2 86239 75	2 90682 71	2 94812 68	2 98800 65	3 02613 63
17	2 81691 79	2 86314 75	2 90703 71	2 94880 68	2 98865 65	3 02675 63
18	2 81770 79	2 86389 75	2 90774 71	2 94948 68	2 98930 65	3 02737 63
19	2 81849 79	2 86464 75	2 90815 72	2 95016 68	2 98995 65	3 02799 63
20	2 81928 79	2 86539 75	2 90917 71	2 95084 68	2 99060 65	3 02861 63
21	2 82007 79	2 86614 75	2 90988 70	2 95152 67	2 99125 64	3 02924 63
22	2 82086 79	2 86689 74	2 91058 71	2 95219 68	2 99189 65	3 02986 63
23	2 82165 79	2 86768 75	2 91129 71	2 95287 68	2 99254 65	3 03047 63
24	2 82244 78	2 86838 74	2 91200 71	2 95355 67	2 99319 64	3 03109 63
25	2 82322 79	2 86912 75	2 91271 71	2 95422 68	2 99388 65	3 03171 63
26	2 82401 78	2 86987 74	2 91342 71	2 95490 67	2 99448 64	3 03232 63
27	2 82479 79	2 87061 75	2 91418 71	2 95557 68	2 99512 64	3 03294 63
28	2 82558 78	2 87136 74	2 91481 71	2 95625 67	2 99576 65	3 03356 63
29	2 82636 78	2 87210 74	2 91555 70	2 95692 67	2 99641 64	3 03417 63
30	2 82714 79	2 87284 75	2 91625 71	2 95759 68	2 99705 65	3 03479 63

$$\log n = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

0 <sup>s</sup>	9 9918 159	0 0851 152	0 1742 144	0 2589 137	0 3896 131	0 4108 124
10	0 0072 159	0 1008 150	0 1886 143	0 2726 186	0 3527 130	0 4293 123
20	0 0281 157	0 1158 149	0 2029 141	0 2862 185	0 3657 129	0 4418 121
30	0 0888 157	0 1802 149	0 2170 141	0 2997 185	0 3786 129	0 4541 121

## Proportionaltheile

	80	79	78	77	76	75	74	73	72	71
1	80	79	78	77	76	75	74	73	72	71
2	160	158	156	154	152	150	148	146	144	142
3	240	237	234	231	228	225	222	219	216	213
4	320	316	312	308	304	300	296	292	288	284
5	400	395	390	385	380	375	370	365	360	355
6	480	474	468	462	456	450	444	438	432	426
7	560	553	546	539	532	525	518	511	504	497
8	640	632	624	616	608	600	592	584	576	568
9	720	711	702	693	684	675	666	657	648	639

$$\log m = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 2062548$$

$t$	18 <sup>m</sup>	19 <sup>m</sup>	20 <sup>m</sup>	21 <sup>m</sup>	22 <sup>m</sup>	23 <sup>m</sup>
80 <sup>s</sup>	2 82714 78	2 87281 74	2 91625 71	2 95759 68	2 99705 64	8 08479 61
31	2 82792 78	2 87358 74	2 91696 70	2 95827 67	2 99769 65	8 08540 62
32	2 82870 78	2 87432 74	2 91766 71	2 95894 67	2 99834 64	8 08602 61
33	2 82948 78	2 87506 74	2 91837 70	2 95961 67	2 99898 64	8 08668 62
34	2 83026 78	2 87580 74	2 91907 70	2 96028 67	2 99962 64	8 08725 62
35	2 83104 78	2 87651 71	2 91977 71	2 96095 67	8 00026 64	8 08787 61
36	2 83182 78	2 87728 74	2 92018 70	2 96162 67	8 00090 64	8 08848 61
37	2 83260 77	2 87802 71	2 92118 70	2 96229 67	8 00154 64	8 08909 61
38	2 83337 77	2 87876 78	2 92188 70	2 96296 66	8 00218 64	8 08970 61
39	2 83414 78	2 87949 74	2 92258 70	2 96362 67	8 00282 64	8 09031 61
40	2 83492 78	2 88023 73	2 92328 70	2 96429 67	8 00346 63	8 09092 61
41	2 83570 78	2 88096 74	2 92398 70	2 96496 67	8 00409 64	8 09153 61
42	2 83648 77	2 88170 73	2 92468 70	2 96563 67	3 00473 61	8 09214 61
43	2 83725 77	2 88243 71	2 92538 70	2 96630 66	3 00537 63	8 09275 61
44	2 83802 77	2 88317 73	2 92608 69	2 96696 67	8 00600 64	8 09336 61
45	2 83879 78	2 88390 73	2 92677 70	2 96763 67	8 00664 61	8 09397 61
46	2 83957 77	2 88463 73	2 92747 70	2 96829 67	8 00728 68	8 09458 61
47	2 84034 77	2 88536 71	2 92817 69	2 96896 66	8 00791 64	8 09519 61
48	2 84111 77	2 88610 73	2 92886 70	2 96962 66	8 00855 68	8 09580 61
49	2 84188 76	2 88683 78	2 92956 69	2 97028 67	8 00918 68	8 09641 60
50	2 84264 77	2 88756 72	2 93025 69	2 97095 66	8 00981 61	8 09701 61
51	2 84341 77	2 88828 78	2 93091 70	2 97161 66	8 01045 68	8 09762 61
52	2 84418 77	2 88901 73	2 93164 69	2 97227 66	8 01108 63	8 09823 60
53	2 84495 76	2 88974 73	2 93233 70	2 97298 66	8 01171 63	8 09888 61
54	2 84571 77	2 89047 72	2 93303 69	2 97359 66	8 01234 64	8 09944 60
55	2 84648 76	2 89119 73	2 93372 69	2 97425 66	8 01298 68	8 10004 61
56	2 84724 77	2 89192 73	2 93441 69	2 97491 66	8 01361 68	8 10065 60
57	2 84801 70	2 89265 72	2 93510 69	2 97557 66	8 01424 63	8 10125 60
58	2 84877 76	2 89337 72	2 93579 69	2 97623 66	8 01487 68	8 10185 61
59	2 84953 76	2 89409 72	2 93648 69	2 97689 66	8 01550 68	8 10246 60
60	2 85029 76	2 89481 72	2 93717 69	2 97755 66	8 01618 68	8 10306 60

$$\log n = \log 2 R \sin^4 \frac{1}{2} t$$

$$R = 2062648$$

80 <sup>s</sup>	0 0888 156	0 1302 148	0 2170 141	0 2997 184	0 8786 128	0 4541 128
40	0 0544 154	0 1450 147	0 2811 189	0 8181 138	0 8914 128	0 4664 122
50	0 0698 158	0 1597 145	0 2150 189	0 8264 182	0 4042 126	0 4786 121
60	0 0851 158	0 1742 145	0 2589 189	0 8396 182	0 4168 126	0 4907 121

## Proportionaltheile

	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61
1	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61
2	140	138	136	134	132	130	128	126	124	122
3	210	207	204	201	198	195	192	189	186	183
4	280	276	272	268	264	260	256	252	248	244
5	350	345	340	335	330	325	320	315	310	305
6	420	414	408	402	396	390	384	378	372	366
7	490	483	476	469	462	455	448	441	434	427
8	560	552	544	536	528	520	512	504	496	488
9	630	621	612	603	594	585	576	567	558	549



$$\log m = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

$t$	24 <sup>m</sup>		25 <sup>m</sup>		26 <sup>m</sup>		27 <sup>m</sup>		28 <sup>m</sup>		29 <sup>m</sup>	
0 <sup>s</sup>	8 058056	602	8 088479	579	8 122511	556	8 155255	535	8 186806	516	3 217246	499
1	8 058658	602	8 089058	577	8 123067	555	8 155790	536	8 187322	516	3 217745	498
2	3 054260	601	8 089685	578	8 123622	556	8 156326	534	3 187838	515	3 218243	498
3	8 054861	602	8 090218	577	8 124178	555	8 156860	535	3 188353	516	3 218741	497
4	8 055468	600	8 090790	577	8 124738	554	8 157395	534	3 188869	515	3 219288	497
5	8 056068	601	8 091367	576	8 125287	555	8 157929	533	3 189384	514	3 219785	497
6	8 056664	600	8 091943	576	8 125842	553	8 158462	531	3 189898	515	3 220232	497
7	8 057264	599	8 092519	576	8 126395	554	8 158996	533	8 190413	514	3 220729	496
8	8 057863	599	8 093095	575	8 126949	553	8 159529	533	8 190927	514	3 221225	496
9	8 058462		8 093670		8 127502		8 160062		3 191411		3 221721	
		599		575		553		532		513		496
10	8 059061	598	8 094245	571	8 128055	558	8 160591	532	8 191954	513	3 222217	496
11	8 059659	598	8 094819	574	8 128608	552	3 161126	532	3 192467	513	3 222718	495
12	8 060257	598	8 095393	571	8 129160	551	3 161658	531	3 192980	513	3 223208	495
13	8 060855	598	8 095967	573	8 129711	552	3 162189	531	3 193493	512	3 223703	494
14	8 061453	595	8 096510	573	8 130263	551	8 162720	531	3 194005	512	3 224197	495
15	8 062048	596	3 097113	573	3 130814	550	3 163251	531	3 194517	512	3 224692	494
16	3 062644	596	3 097686	572	8 181361	551	3 163782	530	3 195029	511	3 225186	494
17	8 063240	596	8 098258	572	3 181915	550	8 164312	530	3 195540	511	3 225680	494
18	8 063836	595	8 098830	571	8 182465	549	3 164842	529	3 196051	511	3 226174	493
19	3 064431		8 099401		8 183014		8 165371		3 196562		3 226667	
		594		571		550		529		510		493
20	3 065025	594	8 099972	571	3 183564	519	8 165900	529	3 197072	510	8 227160	498
21	8 065619	591	3 100543	570	3 134113	518	8 166429	529	3 197582	510	3 227653	492
22	3 066213	593	3 101113	570	8 134661	548	3 166958	528	3 198092	510	3 228145	492
23	3 066806	593	3 101683	570	3 135209	549	3 167486	528	8 198602	509	3 228637	492
24	8 067399	593	3 102253	569	8 135758	517	3 168011	527	8 199111	509	3 229129	492
25	8 067992	592	3 102822	569	3 136305	547	3 168541	528	3 199620	508	3 229621	491
26	8 068584	592	3 103391	568	3 136852	547	3 169069	526	3 200128	508	3 230112	491
27	3 069176	591	3 103969	568	8 137399	547	3 169595	527	8 200636	509	3 230603	491
28	8 069767	591	8 104527	568	8 137946	546	3 170122	526	3 201145	507	8 231094	490
29	8 070358		8 105095		8 138492		8 170618		3 201652		8 231584	
		591		567		546		524		508		490
30	8 070949		8 105662		8 139038		3 171174		3 202160		3 232074	

$$\log n = \log 2 R \sin^4 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

0 <sup>s</sup>	0 4907	120	0 5615	115	0 6206	111	0 6951	106	0 7582	103	0 8190	100
10	0 5027	119	0 5780	115	0 6407	110	0 7057	106	0 7685	102	0 8290	99
20	0 5146	118	0 5845	114	0 6517	109	0 7163	106	0 7787	102	0 8389	98
30	0 5264		0 5959		0 6626		0 7269		0 7889		0 8187	

## Proportionaltheile

	600	596	592	588	584	580	576	572	568	564	560	556	552	548	544
1	60 0	59 6	59 2	58 8	58 4	58 0	57 6	57 2	56 8	56 4	56 0	55 6	55 2	54 8	54 4
2	120 0	119 2	118 4	117 6	116 8	116 0	115 2	114 4	113 6	112 8	112 0	111 2	110 4	109 6	108 8
3	180 0	178 8	177 6	176 4	175 2	174 0	172 8	171 6	170 4	169 2	168 0	166 8	165 6	164 4	163 2
4	240 0	238 4	236 8	235 2	233 6	232 0	230 4	228 8	227 2	225 6	224 0	222 4	220 8	219 2	217 6
5	300 0	298 0	296 0	294 0	292 0	290 0	288 0	286 0	284 0	282 0	280 0	278 0	276 0	274 0	272 0
6	360 0	357 6	355 2	352 8	350 4	348 0	345 6	343 2	340 8	338 4	336 0	333 6	331 2	328 8	326 4
7	420 0	417 2	414 4	411 6	408 8	406 0	403 2	400 4	397 6	394 8	392 0	389 2	386 4	383 6	380 8
8	480 0	476 8	473 6	470 4	467 2	464 0	460 8	457 6	454 4	451 2	448 0	444 8	441 6	438 4	435 2
9	540 0	536 4	532 8	529 2	525 6	522 0	518 4	514 8	511 2	507 6	504 0	500 4	496 8	493 2	489 6

$$\log m = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

$t$	24 <sup>m</sup>	25 <sup>m</sup>	26 <sup>m</sup>	27 <sup>m</sup>	28 <sup>m</sup>	29 <sup>m</sup>						
80 <sup>s</sup>	8 070949	590	3 105662	567	8 189088	545	8 171174	526	3 202160	507	8 282074	490
31	3 071539	589	3 106229	567	8 189588	545	8 171700	525	8 202667	507	8 282564	490
32	3 072128	590	3 106796	566	8 140128	515	8 172225	525	8 203174	506	8 283054	489
33	8 072718	589	3 107362	566	3 140673	545	8 172750	525	8 203680	507	8 283548	489
34	8 073307	588	3 107928	565	3 141218	544	8 173275	524	8 204187	506	8 284032	489
35	3 073895	588	3 108493	565	3 141762	544	8 173799	524	8 204693	505	8 284521	489
36	3 074483	588	3 109058	565	3 142306	543	8 174323	524	8 205198	506	8 285010	488
37	3 075071	587	3 109623	564	3 142849	543	8 174847	523	8 205701	505	8 285498	488
38	3 075658	587	3 110187	564	3 143392	543	8 175370	523	8 206209	505	8 285986	487
39	3 076245	587	3 110751	564	3 143935	542	8 175893	523	8 206714	504	8 286478	488
40	8 076832	586	3 111315	563	8 141177	542	8 176416	523	8 207218	504	8 286961	487
41	3 077118	585	3 111878	563	3 145019	542	3 176939	522	8 207722	504	8 287478	487
42	3 077603	586	3 112441	562	3 145561	542	3 177461	522	3 208226	504	8 287985	487
43	3 078589	585	3 113003	563	3 146103	541	3 177983	521	3 208730	503	8 288492	486
44	3 079171	581	3 113566	560	3 146641	540	3 178504	521	3 209233	503	8 288998	486
45	3 080758	581	3 114127	562	3 147181	541	3 179025	521	3 209736	503	8 289501	486
46	3 080312	581	3 114689	561	3 147725	540	3 179546	521	3 210239	502	8 289880	485
47	3 080926	581	3 115250	561	3 148265	540	3 180067	520	3 210741	502	8 290385	486
48	3 081510	582	3 115811	560	3 148805	539	3 180587	520	3 211243	502	8 290851	484
49	8 082092	583	3 116371	560	3 149344	539	3 181107	520	3 211745	502	8 291335	485
50	3 082675	582	3 116931	559	3 149883	539	3 181627	519	3 212247	501	8 291820	485
51	3 083257	582	3 117490	560	3 150422	538	3 182146	519	3 212748	501	8 292305	484
52	8 083839	581	3 118050	559	3 150960	538	3 182665	519	3 213249	501	3 292789	484
53	3 084420	581	3 118609	558	3 151498	538	3 183181	518	3 213750	500	3 293273	483
54	3 085001	581	3 119167	558	3 152036	537	3 183702	518	3 214250	500	8 293756	484
55	3 085582	580	3 119725	558	3 152573	537	3 184220	518	3 214750	500	8 294240	483
56	3 086162	580	3 120283	558	3 153110	537	3 184738	517	3 215250	499	3 294723	482
57	3 086742	580	3 120841	557	3 153647	536	3 185255	517	3 215749	500	8 295205	483
58	3 087322	579	3 121398	556	3 154183	536	3 185772	517	8 216249	499	8 295688	482
59	3 087901	578	3 121951	557	3 154719	536	3 186289	517	8 216748	498	8 296170	482
60	3 088479		3 122511		3 155255		3 186806		8 217246		8 296652	

$$\log n = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

	30 <sup>s</sup>	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
30 <sup>s</sup>	0 5261	118	0 5959	118	0 6626	109	0 7269	105	0 7889	101	0 8487	98						
40	0 5382	117	0 6072	112	0 6735	108	0 7371	101	0 7990	100	0 8585	97						
50	0 5499	116	0 6184	112	0 6848	108	0 7478	104	0 8090	100	0 8682	96						
60	0 5615		0 6296		0 6951		0 7582		0 8190		0 8778							

## Proportionaltheile

	540	586	632	678	724	770	816	862	908	954	1000	1046	1092	1138	1184	1230	1276	1322
1	540	586	632	678	724	770	816	862	908	954	1000	1046	1092	1138	1184	1230	1276	1322
2	1080	1072	1064	1056	1048	1040	1032	1024	1016	1008	1000	992	984	976	968	960	952	944
3	1620	1608	1596	1584	1572	1560	1548	1536	1524	1512	1500	1488	1476	1464	1452	1440	1428	1416
4	2160	2144	2128	2112	2096	2080	2064	2048	2032	2016	2000	1984	1968	1952	1936	1920	1904	1888
5	2700	2680	2660	2640	2620	2600	2580	2560	2540	2520	2500	2480	2460	2440	2420	2400	2380	2360
6	3240	3216	3192	3168	3144	3120	3096	3072	3048	3024	3000	2976	2952	2928	2904	2880	2856	2832
7	3780	3752	3724	3696	3668	3640	3612	3584	3556	3528	3500	3472	3444	3416	3388	3360	3332	3304
8	4320	4288	4256	4224	4192	4160	4128	4096	4064	4032	4000	3968	3936	3904	3872	3840	3808	3776
9	4860	4824	4788	4752	4716	4680	4644	4608	4572	4536	4500	4464	4428	4392	4356	4320	4284	4248

$$\log m = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.9$$

$t$	80 <sup>m</sup>	31 <sup>m</sup>	32 <sup>m</sup>	33 <sup>m</sup>	34 <sup>m</sup>	35 <sup>m</sup>	36 <sup>m</sup>
0	8 216652	8 275091	8 802624	3 329307	3 355191	125	3 381122
1	8 247184	8 275557	8 303076	3 329745	8 855616	126	3 381751
2	3 247616	3 276023	3 303527	451	3 356011	127	3 381177
3	3 248096	3 276189	3 303978	451	3 356465	128	3 381751
4	3 218577	3 276954	3 304129	151	3 356889	129	3 381751
5	3 249058	3 277119	3 304879	150	3 357318	130	3 381751
6	3 249538	3 277881	3 305330	151	3 357737	131	3 381751
7	3 250019	3 278349	3 305780	150	3 358161	132	3 381751
8	3 250198	3 278818	3 306230	419	3 358581	133	3 381751
9	8 250978	3 279277	8 806679	3 33240	3 359008	134	3 381751
	179	161	450	485	423		
10	3 251457	3 279711	3 307129	3 333675	3 359431	422	3 381751
11	8 251936	3 280205	8 307578	3 331111	3 359853	123	3 381751
12	3 252115	3 280668	3 308027	3 331516	3 360276	122	3 381751
13	3 252891	3 281181	3 308476	3 331981	3 360698	121	3 381751
14	8 253872	3 281591	3 308921	3 335416	3 361121	122	3 381751
15	8 254850	3 282057	3 309373	3 335851	3 361543	121	3 381751
16	3 254328	3 282519	3 309821	3 336286	3 361961	122	3 381751
17	8 254805	3 282981	3 310268	3 336720	3 362386	121	3 381751
18	3 255282	3 283443	3 310716	3 337154	3 362807	121	3 381751
19	3 255759	3 283905	3 311163	3 337588	3 363228	121	3 381751
	477	461	417	434	421		
20	3 256286	3 284366	3 311610	8 338022	3 363649	121	3 381751
21	3 256712	3 284828	3 312057	3 338455	3 364070	121	3 381751
22	3 257189	3 285289	3 312501	3 338888	3 364491	120	3 381751
23	8 257665	3 285749	3 312950	3 339321	3 364911	120	3 381751
24	8 258140	3 286210	3 313396	3 339751	3 365331	120	3 381751
25	3 258616	3 286670	3 313842	3 340187	3 365751	120	3 381751
26	8 259091	3 287130	3 314288	3 340619	3 366171	119	3 381751
27	3 259565	3 287589	3 314731	3 341051	3 366590	119	3 381751
28	8 260040	3 288049	3 315179	3 341483	3 367010	119	3 381751
29	8 260514	3 288508	3 315621	3 341915	3 367429	119	3 381751
	471	459	445	431	419		
30	8 260988	3 288967	8 816069	3 842346	3 367848		3 381751

$$\log n = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.9$$

0	0 8778	97	0 9847	98	0 9808	90	1 0432	87	1 0949	85	1 1410
10	0 8875	95	0 9440	98	0 9988	90	1 0519	87	1 1034	84	1 1572
20	0 8970	95	0 9538	92	1 0078	89	1 0606	86	1 1118	81	1 1631
30	0 9065		0 9625		1 0167		1 0692		1 1202		1 1690

## Proportionaltheile

	482	479	476	473	470	467	464	461	458	455	452	449
1	482	479	476	473	470	467	464	461	458	455	452	449
2	964	958	952	946	940	934	928	922	916	910	904	898
3	1446	1437	1428	1419	1410	1401	1392	1383	1374	1365	1356	1347
4	1928	1916	1904	1892	1880	1868	1856	1844	1832	1820	1808	1796
5	2410	2395	2380	2365	2350	2335	2320	2305	2290	2275	2260	2245
6	2892	2874	2856	2838	2820	2802	2784	2766	2748	2730	2712	2694
7	3374	3355	3336	3317	3299	3280	3261	3242	3223	3204	3185	3166
8	3856	3836	3816	3796	3776	3756	3736	3716	3696	3676	3656	3636
9	4338	4317	4296	4275	4254	4233	4212	4191	4170	4149	4128	4107

$$\log m = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} i$$

$$R = 206264.8$$

$i$	30 <sup>m</sup>	31 <sup>m</sup>	32 <sup>m</sup>	33 <sup>m</sup>	34 <sup>m</sup>	35 <sup>m</sup>
30	3 260988 471	3 268967 459	3 316069 444	3 312316 131	3 367818 418	3 392618 407
31	3 261162 471	3 289126 458	3 316513 445	3 312777 431	3 368266 419	3 398025 407
32	3 261936 473	3 289884 459	3 316958 411	3 313208 431	3 368685 418	3 393432 406
33	3 262409 473	3 290313 458	3 317402 414	3 313639 431	3 369103 418	3 393838 406
34	3 262882 473	3 290801 457	3 317816 443	3 314070 430	3 369521 418	3 394244 406
35	3 263355 472	3 291258 458	3 318289 411	3 314500 430	3 369939 418	3 394650 406
36	3 263827 473	3 291716 457	3 318733 413	3 314930 430	3 370357 417	3 395056 406
37	3 264300 472	3 292173 457	3 319176 413	3 315360 430	3 370771 418	3 395462 406
38	3 264772 471	3 292630 457	3 319619 413	3 315790 430	3 371192 417	3 395868 405
39	3 265243 472	3 293087 456	3 320062 412	3 316220 429	3 371609 417	3 396273 405
40	3 265715 471	3 293513 457	3 320501 442	3 346649 429	3 872026 416	3 396678 405
41	3 266186 471	3 294000 456	3 320916 442	3 347078 429	3 872442 417	3 397083 405
42	3 266657 471	3 294456 456	3 321388 442	3 347507 429	3 872859 416	3 397488 404
43	3 267128 470	3 294912 455	3 321830 442	3 347936 428	3 873275 416	3 397892 405
44	3 267598 470	3 295367 456	3 322272 441	3 348361 428	3 873691 416	3 398297 401
45	3 268068 470	3 295823 455	3 322713 441	3 348792 428	3 874107 416	3 898701 404
46	3 268538 470	3 296278 455	3 323151 441	3 349220 428	3 874523 415	3 399105 404
47	3 269008 470	3 296733 451	3 323595 441	3 349648 428	3 874938 416	3 399509 404
48	3 269478 469	3 297187 455	3 324036 441	3 350076 427	3 375354 415	3 899918 403
49	3 269947 469	3 297642 451	3 324477 440	3 350503 427	3 375769 415	3 400316 408
50	3 270416 468	3 298096 451	3 324917 440	3 350930 427	3 876184 414	3 400719 408
51	3 270881 469	3 298550 453	3 325357 440	3 351357 427	3 876598 415	3 401122 408
52	3 271353 468	3 299003 454	3 325797 439	3 351781 427	3 877018 414	3 401525 408
53	3 271821 468	3 299457 453	3 326236 440	3 352211 426	3 877427 414	3 401928 402
54	3 272289 467	3 299910 458	3 326676 439	3 352637 426	3 877841 414	3 402380 403
55	3 272756 468	3 300363 453	3 327115 439	3 353063 426	3 878255 414	3 402788 402
56	3 273224 467	3 300816 452	3 327554 438	3 353489 426	3 878669 418	3 403185 402
57	3 273691 467	3 301268 452	3 327992 439	3 353915 426	3 879082 414	3 403587 402
58	3 274158 467	3 301720 452	3 328431 438	3 354341 425	3 879496 418	3 403989 401
59	3 274625 466	3 302172 452	3 328869 438	3 354766 425	3 879909 413	3 404340 402
60	3 275091 466	3 302624 452	3 329307 438	3 355191 425	3 880322 413	3 404742 402

$$\log n = \log 2 R \sin^4 \frac{1}{2} i$$

$$R = 206264.8$$

30	0 9065 95	0 9625 91	1 0167 89	1 0692 86	1 1202 84	1 1698 81
40	0 9160 91	0 9716 91	1 0256 88	1 0778 86	1 1286 88	1 1779 81
50	0 9251 93	0 9807 91	1 0341 88	1 0864 85	1 1369 88	1 1860 80
60	0 9347 93	0 9898 91	1 0432 88	1 0949 85	1 1452 88	1 1940 80

## Proportionaltheile

	440	437	431	431	428	425	422	419	416	418	410	407	404	401
1	410	13 7	43 1	13 1	42 8	12 5	42 2	41 9	41 6	41 3	41 0	40 7	40 4	40 1
2	88 0	87 1	80 8	86 2	85 6	85 0	84 4	83 8	83 2	82 6	82 0	81 4	80 8	80 2
3	132 0	131 1	180 2	120 3	128 1	127 5	126 6	125 7	124 8	123 9	123 0	122 1	121 2	120 3
4	176 0	171 8	173 6	172 4	171 2	170 0	168 8	167 6	166 4	165 2	164 0	162 8	161 6	160 4
5	220 0	218 5	217 0	215 5	214 0	212 5	211 0	209 5	208 0	206 5	205 0	203 5	202 0	200 5
6	264 0	262 2	260 4	258 6	256 8	255 0	253 2	251 4	249 6	247 8	246 0	244 2	242 4	240 6
7	308 0	305 9	303 8	301 7	299 6	297 5	295 4	293 3	291 2	289 1	287 0	284 9	282 8	280 7
8	352 0	349 6	347 2	344 8	342 4	340 0	337 6	335 2	332 8	330 4	328 0	325 6	323 2	320 8
9	396 0	393 8	391 6	389 4	387 2	385 0	382 8	380 6	378 4	376 2	374 0	371 8	369 6	367 4

$$\log m = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} i$$

$$R = 206264.8$$

$i$	86 $m$	37 $m$	38 $m$	39 $m$	40 $m$	41 $m$
0	3 404712	401 3 428190	890 3 151602	880 3 471111	370 3 496017	361 3 517439
1	3 405143	401 3 428880	390 3 151982	380 3 471181	370 3 496408	361 3 517791
2	3 405544	401 3 429270	390 3 452362	379 3 471851	370 3 496769	360 3 518113
3	3 405915	400 3 429660	390 3 452741	380 3 475221	370 3 497129	361 3 518495
4	3 406315	401 3 430050	390 3 453121	379 3 475591	369 3 497490	360 3 518816
5	3 406716	400 3 430440	389 3 453500	379 3 475960	370 3 497850	360 3 519138
6	3 407146	400 3 430829	389 3 453879	379 3 476330	369 3 498210	360 3 519459
7	3 407516	400 3 431218	389 3 454258	379 3 476699	369 3 498570	360 3 519780
8	3 407916	400 3 431607	389 3 454637	379 3 477068	369 3 498930	360 3 520101
9	3 408316	899 3 431996	389 3 455016	379 3 477437	369 3 499290	360 3 520422
10	3 408745	400 3 432385	389 3 455391	379 3 477806	368 3 499649	360 3 520743
11	3 409115	399 3 432774	388 3 455773	378 3 478174	369 3 500009	359 3 521064
12	3 409544	399 3 433162	388 3 456153	378 3 478543	368 3 500368	359 3 521385
13	3 409913	399 3 433550	388 3 456529	378 3 478911	368 3 500727	359 3 521706
14	3 410312	398 3 433938	388 3 456907	377 3 479279	368 3 501086	359 3 522027
15	3 410740	399 3 434326	388 3 457281	377 3 479647	368 3 501445	359 3 522348
16	3 411139	398 3 434711	387 3 457662	377 3 480015	368 3 501804	358 3 522669
17	3 411537	398 3 435101	388 3 458039	377 3 480383	367 3 502162	359 3 522990
18	3 411935	398 3 435489	387 3 458416	377 3 480750	368 3 502521	358 3 523311
19	3 412333	398 3 435876	387 3 458793	377 3 481118	367 3 502879	358 3 523632
20	3 412731	397 3 436263	387 3 459170	377 3 481485	367 3 503237	358 3 523953
21	3 413128	397 3 436650	386 3 459547	376 3 481852	367 3 503595	358 3 524274
22	3 413525	397 3 437036	387 3 459923	377 3 482219	367 3 503953	357 3 524595
23	3 413922	397 3 437423	386 3 460300	376 3 482586	366 3 504310	358 3 524916
24	3 414319	397 3 437809	386 3 460676	376 3 482952	367 3 504668	357 3 525237
25	3 414716	397 3 438195	386 3 461052	376 3 483319	366 3 505025	357 3 525558
26	3 415113	396 3 438581	386 3 461428	376 3 483685	366 3 505382	357 3 525879
27	3 415509	396 3 438967	385 3 461801	375 3 484051	366 3 505739	357 3 526200
28	3 415905	396 3 439352	386 3 462179	376 3 484417	366 3 506096	357 3 526521
29	3 416301	396 3 439738	385 3 462555	375 3 484783	366 3 506453	356 3 526842
30	3 416697	396 3 440123	385 3 462930	375 3 485149	366 3 506809	356 3 527163

$$\log n = \log 2 R \sin^4 \frac{1}{2} i$$

$$R = 206264.8$$

$i$	1 1940	80	1 2415	78	1 2877	76	1 3328	74	1 3766	72	1 4194	71
10	1 2020	80	1 2498	78	1 2958	76	1 3402	73	1 3838	72	1 4265	70
20	1 2100	79	1 2571	77	1 3029	75	1 3475	78	1 3910	72	1 4385	69
30	1 2179		1 2648		1 3104		1 3548		1 3982		1 4401	

Proportionaltheile

	400	808	896	891	392	390	388	386	381	382	380	378	376	371	872
1	400	808	896	891	392	390	388	386	381	382	380	378	376	371	872
2	800	796	792	788	784	780	776	772	768	764	760	756	752	748	744
3	1200	1194	1188	1182	1176	1170	1164	1158	1152	1146	1140	1134	1128	1122	1116
4	1600	1592	1584	1576	1568	1560	1552	1544	1536	1528	1520	1512	1504	1496	1488
5	2000	1990	1980	1970	1960	1950	1940	1930	1920	1910	1900	1890	1880	1870	1860
6	2400	2388	2376	2364	2352	2340	2328	2316	2304	2292	2280	2268	2256	2244	2232
7	2800	2784	2772	2758	2744	2730	2716	2702	2688	2674	2660	2646	2632	2618	2604
8	3200	3184	3168	3152	3136	3120	3104	3088	3072	3056	3040	3024	3008	2992	2976
9	3600	3584	3568	3552	3536	3520	3504	3488	3472	3456	3440	3424	3408	3392	3376

$$\log m = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

$t$	86 <sup>m</sup>	37 <sup>m</sup>	38 <sup>m</sup>	39 <sup>m</sup>	40 <sup>m</sup>	41 <sup>m</sup>						
30 <sup>a</sup>	3 416697	396	3 140123	385	3 162930	375	3 185149	365	3 506809	357	3 527939	848
31	3 417093	896	3 110508	385	3 463305	375	3 185511	366	3 507166	356	3 528287	847
32	3 417189	395	3 140893	385	3 163680	371	3 485880	365	3 507522	856	3 528634	848
33	2 117884	395	3 111278	381	3 161051	375	3 186215	365	3 507878	356	3 528982	817
31	3 118279	395	3 411662	385	3 461129	374	3 186610	365	3 508231	356	3 529329	848
35	3 418671	395	3 112017	381	3 161803	375	3 186975	361	3 508590	356	3 529677	817
36	3 419069	391	3 112131	381	3 165178	371	3 187339	365	3 508916	355	3 530024	847
37	3 119163	395	3 112815	381	3 165552	373	3 187701	361	3 509301	356	3 530371	817
38	3 419858	391	3 113199	381	3 165925	371	3 488068	365	3 509657	355	3 530718	816
39	3 420252	391	3 113583	383	3 166299	371	3 188133	361	3 510012	355	3 531064	817
40	3 420816	391	3 143966	381	3 166673	373	3 488797	361	3 510367	355	3 531411	816
41	3 121010	391	3 111350	383	3 167016	374	3 189161	361	3 510722	355	3 531767	846
42	3 421434	393	3 111733	383	3 167120	373	3 489525	363	3 511077	355	3 532103	817
43	3 121827	891	3 115116	383	3 167793	373	3 189888	361	3 511132	851	3 532150	816
44	3 422221	393	3 115199	383	3 168166	372	3 190252	363	3 511786	355	3 532796	815
45	3 422611	393	3 415882	382	3 168538	373	3 490615	363	3 512141	854	3 533141	816
46	3 423007	393	3 116261	382	3 168911	372	3 190978	363	3 512195	354	3 533187	846
47	3 123400	392	3 116616	383	3 169283	373	3 191311	363	3 512849	354	3 533833	815
48	3 423792	893	3 417029	382	3 169656	372	3 191701	363	3 513203	354	3 534178	845
49	3 124185	392	3 117411	382	3 470028	372	3 192067	363	3 513557	353	3 534528	846
50	3 424577	392	3 117793	381	3 470400	372	3 492130	362	3 513910	354	3 534869	845
51	3 424969	392	3 448171	382	3 470772	371	3 192792	362	3 511261	853	3 535214	844
52	3 425361	392	3 418556	381	3 471113	372	3 193154	362	3 514617	353	3 535558	845
53	3 425753	391	3 418937	381	3 471515	371	3 493516	362	3 514970	853	3 535903	845
51	3 126144	392	3 119318	381	3 471886	871	3 493878	362	3 515823	358	3 536248	814
55	3 426536	391	3 119699	881	3 172257	371	3 491210	362	3 515676	353	3 536592	845
56	3 126927	391	3 450080	381	3 472628	371	3 494602	361	3 516029	858	3 536937	844
57	3 427318	391	3 150161	380	3 172999	371	3 191963	362	3 516382	352	3 537281	844
58	3 127709	390	3 450811	381	3 173370	370	3 195325	361	3 516731	858	3 537625	844
59	3 428099	391	3 451222	380	3 173740	371	3 495686	361	3 517087	352	3 537969	844
60	3 428190	391	3 451602	380	3 474111	371	3 496017	361	3 517439	352	3 538318	844

$$\log n = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

30 <sup>a</sup>	1 2179	79	1 2648	77	1 8101	75	1 3518	73	1 8982	71	1 4404	70
40	1 2258	79	1 2725	76	1 3179	71	1 3621	73	1 4058	71	1 4471	69
50	1 2387	78	1 2801	76	1 3253	75	1 3691	72	1 4121	70	1 4513	69
60	1 2415		1 2877		1 8328		1 3766		1 1194		1 4612	

## Proportionaltheile

	370	368	366	364	362	360	358	356	354	352	350	348	346	344
1	370	368	366	364	362	360	358	356	354	352	350	348	346	344
2	740	736	732	728	724	720	716	712	708	704	700	696	692	688
3	1110	1104	1098	1092	1086	1080	1074	1068	1062	1056	1050	1044	1038	1032
4	1480	1472	1464	1456	1448	1440	1432	1424	1416	1408	1400	1392	1384	1376
5	1850	1840	1830	1820	1810	1800	1790	1780	1770	1760	1750	1740	1730	1720
6	2220	2208	2196	2184	2172	2160	2148	2136	2124	2112	2100	2088	2076	2064
7	2590	2576	2562	2548	2534	2520	2506	2492	2478	2464	2450	2436	2422	2408
8	2960	2944	2928	2912	2896	2880	2864	2848	2832	2816	2800	2784	2768	2752
9	3330	3312	3296	3276	3258	3240	3222	3204	3186	3168	3150	3132	3114	3096



$$\log m = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206204.8$$

$t$	42 <sup>m</sup>	43 <sup>m</sup>	44 <sup>m</sup>	45 <sup>m</sup>	46 <sup>m</sup>	47 <sup>m</sup>
0	3 588318	3 558692	3 578601	3 598059	3 617087	3 635703
1	3 588556	3 559028	3 578929	3 598380	3 617401	3 636010
2	3 589000	3 559363	3 579256	3 598700	3 617714	3 636317
3	3 589343	3 559699	3 579581	3 599021	3 618027	3 636623
4	3 589686	3 560034	3 579912	3 599341	3 618341	3 636930
5	3 590029	3 560369	3 580239	3 599661	3 618651	3 637236
6	3 590372	3 560701	3 580566	3 599981	3 618967	3 637543
7	3 590715	3 561039	3 580891	3 600301	3 619280	3 637849
8	3 591058	3 561371	3 581221	3 600621	3 619593	3 638155
9	3 591401	3 561708	3 581548	3 600940	3 619905	3 638461
10	8 541743	8 562048	8 581875	8 601260	8 620218	8 638767
11	8 542085	8 562377	8 582201	8 601579	8 620530	8 639073
12	8 542427	8 562711	8 582528	8 601899	8 620843	8 639378
13	8 542769	8 563045	8 582851	8 602218	8 621155	8 639681
14	8 543111	8 563379	8 583181	8 602537	8 621467	8 639989
15	8 543453	8 563713	8 583507	8 602856	8 621779	8 640295
16	8 543795	8 564046	8 583833	8 603175	8 622091	8 640600
17	8 544136	8 564380	8 584159	8 603498	8 622403	8 640905
18	8 544477	8 564713	8 584485	8 603812	8 622714	8 641210
19	8 544819	8 565047	8 584810	8 604180	8 623026	8 641515
20	8 545160	8 565380	8 585186	8 604449	8 623387	8 641820
21	8 545500	8 565713	8 585461	8 604767	8 623649	8 642124
22	8 545841	8 566046	8 585787	8 605085	8 623960	8 642429
23	8 546182	8 566378	8 586112	8 605408	8 624271	8 642734
24	8 546522	8 566711	8 586437	8 605721	8 624582	8 643038
25	8 546863	8 567044	8 586762	8 606039	8 624898	8 643342
26	8 547203	8 567376	8 587087	8 606356	8 625208	8 643646
27	8 547543	8 567708	8 587412	8 606674	8 625514	8 643950
28	8 547883	8 568040	8 587736	8 606991	8 625825	8 644254
29	8 548223	8 568372	8 588061	8 607308	8 626135	8 644558
30	8 548568	8 568704	8 588385	8 607626	8 626445	8 644862

$$\log n = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

$t$	1 4612	1 5019	1 5417	1 5807	1 6187	1 6560
10	1 4680	1 5086	1 5488	1 5871	1 6250	1 6621
20	1 4749	1 5153	1 5548	1 5944	1 6319	1 6682
30	1 4817	1 5220	1 5613	1 5998	1 6374	1 6748

## Proportionaltheile

	844	842	840	838	836	834	832	830	828	826	824	822	820	818	816
1	844	842	840	838	836	834	832	830	828	826	824	822	820	818	816
2	688	684	680	676	672	668	664	660	656	652	648	644	640	636	632
3	1082	1076	1070	1064	1058	1052	1046	1040	1034	1028	1022	1016	1010	1004	998
4	1876	1868	1860	1852	1844	1836	1828	1820	1812	1804	1796	1788	1780	1772	1764
5	1720	1710	1700	1690	1680	1670	1660	1650	1640	1630	1620	1610	1600	1590	1580
6	2064	2052	2040	2028	2016	2004	1992	1980	1968	1956	1944	1932	1920	1908	1896
7	2408	2394	2380	2366	2352	2338	2324	2310	2296	2282	2268	2254	2240	2226	2212
8	2752	2736	2720	2704	2688	2672	2656	2640	2624	2608	2592	2576	2560	2544	2528
9	3096	3078	3060	3042	3024	3006	2988	2970	2952	2934	2916	2898	2880	2862	2844

$$\log m = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

$t$	42 <sup>m</sup>		43 <sup>m</sup>		44 <sup>m</sup>		45 <sup>m</sup>		46 <sup>m</sup>		47 <sup>m</sup>	
30*	3 548563	839	3 568704	332	3 588385	324	3 607626	817	3 626145	811	3 644862	303
31	3 548902	340	3 569086	331	3 588709	324	3 607943	817	3 626756	310	3 645165	304
32	3 549242	339	3 569367	332	3 589033	824	3 608260	316	3 627066	810	3 645469	303
33	3 549581	339	3 569699	331	3 589357	324	3 608576	817	3 627376	309	3 645772	304
34	3 549920	339	3 570030	331	3 589681	824	3 608893	317	3 627685	310	3 646076	308
35	3 550259	339	3 570361	332	3 590005	324	3 609210	316	3 627995	810	3 646379	303
36	3 550598	339	3 570693	811	3 590329	323	3 609526	817	3 628305	309	3 646682	308
37	3 550937	339	3 571021	330	3 590652	823	3 609843	316	3 628614	310	3 646985	303
38	3 551276	338	3 571351	331	3 590975	324	3 610159	816	3 628924	309	3 647288	303
39	3 551614		3 571685		3 591299		3 610475		3 629238		3 647591	
		339		831		828		816		809		802
40	3 551953	338	3 572016	330	3 591622	828	3 610791	816	3 629542	809	3 647893	308
41	3 552291	338	3 572346	330	3 591945	823	3 611107	316	3 629851	309	3 648196	302
42	3 552629	338	3 572676	331	3 592268	322	3 611423	815	3 630160	309	3 648498	303
43	3 552967	338	3 573007	330	3 592590	823	3 611738	816	3 630469	309	3 648801	302
44	3 553305	337	3 573337	330	3 592913	823	3 612054	815	3 630778	309	3 649103	302
45	3 553642	338	3 573667	330	3 593286	822	3 612369	816	3 631087	308	3 649405	302
46	3 553980	337	3 573997	329	3 593558	322	3 612685	315	3 631395	309	3 649707	302
47	3 554317	338	3 574326	330	3 593880	322	3 613000	815	3 631704	308	3 650009	302
48	3 554655	337	3 574656	329	3 594202	322	3 613315	815	3 632012	308	3 650311	301
49	3 554992		3 574985		3 594524		3 613630		3 632320		3 650612	
		837		830		822		315		308		302
50	3 555329	337	3 575315	329	3 594846	322	3 613945	815	3 632628	308	3 650914	302
51	3 555666	337	3 575644	329	3 595168	822	3 614260	814	3 632936	308	3 651216	301
52	3 556003	336	3 575973	329	3 595490	822	3 614574	315	3 633244	308	3 651517	301
53	3 556339	337	3 576302	329	3 595812	321	3 614889	814	3 633552	307	3 651818	301
54	3 556676	336	3 576631	328	3 596138	821	3 615203	814	3 633859	308	3 652119	301
55	3 557012	337	3 576959	329	3 596454	321	3 615517	814	3 634167	307	3 652420	301
56	3 557349	836	3 577288	328	3 596775	322	3 615831	815	3 634474	308	3 652721	301
57	3 557685	336	3 577616	820	3 597097	821	3 616146	818	3 634782	307	3 653022	301
58	3 558021	836	3 577945	328	3 597418	820	3 616459	814	3 635089	307	3 653323	301
59	3 558357		3 578273		3 597738		3 616773		3 635396		3 653624	
		335		828		821		314		307		300
60	3 558692		3 578601		3 598059		3 617087		3 635703		3 653924	

$$\log n = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

	1 4817	67	1 5220	66	1 5613	65	1 5998	63	1 6374	62	1 6748	60
30												
40	1 4884	68	1 5286	66	1 5678	64	1 6061	63	1 6436	62	1 6803	61
50	1 4952	67	1 5352	65	1 5742	65	1 6124	68	1 6498	62	1 6864	60
60	1 5019		1 5417		1 5807		1 6187		1 6560		1 6924	

## Proportionaltheile

	315	314	313	312	311	310	309	308	307	306	305	304	303	302	301
1	81.5	81.4	81.3	81.2	81.1	81.0	80.9	80.8	80.7	80.6	80.5	80.4	80.3	80.2	80.1
2	63.0	62.8	62.6	62.4	62.2	62.0	61.8	61.6	61.4	61.2	61.0	60.8	60.6	60.4	60.2
3	94.5	94.2	93.9	93.6	93.3	93.0	92.7	92.4	92.1	91.8	91.5	91.2	90.9	90.6	90.3
4	126.0	125.6	125.2	124.8	124.4	124.0	123.6	123.2	122.8	122.4	122.0	121.6	121.2	120.8	120.4
5	157.5	157.0	156.5	156.0	155.5	155.0	154.5	154.0	153.5	153.0	152.5	152.0	151.5	151.0	150.5
6	189.0	188.4	187.8	187.2	186.6	186.0	185.4	184.8	184.2	183.6	183.0	182.4	181.8	181.2	180.6
7	220.5	219.8	219.1	218.4	217.7	217.0	216.3	215.6	214.9	214.2	213.5	212.8	212.1	211.4	210.7
8	252.0	251.2	250.4	249.6	248.8	248.0	247.2	246.4	245.6	244.8	244.0	243.2	242.4	241.6	240.8
9	283.5	282.6	281.7	280.8	279.9	279.0	278.1	277.2	276.3	275.4	274.5	273.6	272.7	271.8	270.9



$$\log n = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

$t$	48 <sup>m</sup>	49 <sup>m</sup>	50 <sup>m</sup>	51 <sup>m</sup>	52 <sup>m</sup>	53 <sup>m</sup>
0 <sup>s</sup>	3 653924	801 8 671767	294 8 689247	288 8 706377	288 8 728178	277 3 739615
1	8 654225	800 8 672061	294 8 689535	288 8 706660	282 8 723450	277 3 739917
2	8 654525	800 8 672355	294 8 689823	288 8 706942	288 8 723727	277 3 740189
3	8 654825	800 8 672649	294 8 690111	288 8 707225	282 8 724001	277 3 740461
4	8 655125	800 8 672943	294 8 690399	288 8 707507	288 8 724281	276 3 740732
5	8 655425	800 8 673237	294 8 690687	288 8 707790	282 8 724557	277 3 741004
6	8 655725	800 8 673531	294 8 690975	288 8 708072	282 8 724834	277 3 741275
7	8 656025	800 8 673825	293 8 691263	287 8 708354	282 8 725111	276 3 741547
8	8 656325	299 8 674118	294 8 691550	288 8 708636	282 8 725387	277 3 741818
9	8 656624	800 8 674412	298 8 691838	288 8 708918	281 8 725664	276 3 742089
10	8 656924	299 8 674705	293 8 692126	287 8 709199	282 8 725940	276 3 742360
11	8 657223	800 8 674998	293 8 692413	287 8 709481	282 8 726216	276 3 742631
12	8 657523	299 8 675291	294 8 692700	287 8 709763	281 8 726492	277 3 742902
13	8 657822	299 8 675585	293 8 692987	287 8 710044	282 8 726769	276 3 743173
14	8 658121	299 8 675878	293 8 693274	287 8 710326	281 8 727045	276 3 743444
15	8 658420	299 8 676170	293 8 693561	287 8 710607	281 8 727320	276 3 743715
16	8 658719	298 8 676463	293 8 693848	287 8 710888	281 8 727596	276 3 743985
17	8 659017	299 8 676756	292 8 694135	287 8 711169	281 8 727872	276 3 744256
18	8 659316	299 8 677048	293 8 694422	286 8 711450	281 8 728148	275 3 744526
19	8 659615	298 8 677341	292 8 694708	287 8 711731	281 8 728423	276 3 744796
20	8 659913	298 8 677633	292 8 694995	286 8 712012	281 8 728699	275 3 745066
21	8 660211	299 8 677925	293 8 695281	287 8 712298	281 8 728974	275 3 745337
22	8 660510	298 8 678218	292 8 695568	286 8 712574	280 8 729249	276 3 745607
23	8 660808	298 8 678510	292 8 695854	286 8 712854	281 8 729525	275 3 745877
24	8 661106	298 8 678802	291 8 696140	286 8 713135	280 8 729800	275 3 746147
25	8 661404	298 8 679093	292 8 696426	286 8 713415	281 8 730075	275 3 746416
26	8 661702	297 8 679385	292 8 696712	286 8 713696	280 8 730350	275 3 746686
27	8 661999	298 8 679677	291 8 696998	285 8 713976	280 8 730625	274 3 746956
28	8 662297	298 8 679968	292 8 697283	286 8 714256	280 8 730899	275 3 747225
29	8 662595	297 8 680260	291 8 697569	286 8 714536	280 8 731174	274 3 747495
30	8 662892	297 8 680551	291 8 697855	286 8 714816	280 8 731448	274 3 747764

$$\log n = \log 2 R \sin^4 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

0 <sup>s</sup>	1 6924	60	1 7281	59	1 7630	58	1 7978	56	1 8309	55	1 8638	55
10	1 6984	60	1 7340	58	1 7688	57	1 8029	57	1 8364	55	1 8698	54
20	1 7044	59	1 7398	58	1 7745	58	1 8086	56	1 8419	55	1 8717	54
30	1 7108		1 7456		1 7803		1 8142		1 8174		1 8801	

## Proportionaltheile

	299	298	297	296	295	294	293	292	291	290	289	288	287	286	285
1	29.9	29.8	29.7	29.6	29.5	29.4	29.3	29.2	29.1	29.0	28.9	28.8	28.7	28.6	28.5
2	59.8	59.6	59.4	59.2	59.0	58.8	58.6	58.4	58.2	58.0	57.8	57.6	57.4	57.2	57.0
3	89.7	89.4	89.1	88.8	88.5	88.2	87.9	87.6	87.3	87.0	86.7	86.4	86.1	85.8	85.5
4	119.6	119.2	118.8	118.4	118.0	117.6	117.2	116.8	116.4	116.0	115.6	115.2	114.8	114.4	114.0
5	149.5	149.0	148.5	148.0	147.5	147.0	146.5	146.0	145.5	145.0	144.5	144.0	143.5	143.0	142.5
6	179.4	178.8	178.2	177.6	177.0	176.4	175.8	175.2	174.6	174.0	173.4	172.8	172.2	171.6	171.0
7	209.3	208.6	207.9	207.2	206.5	205.8	205.1	204.4	203.7	203.0	202.3	201.6	200.9	200.2	199.5
8	239.2	238.4	237.6	236.8	236.0	235.2	234.4	233.6	232.8	232.0	231.2	230.4	229.6	228.8	228.0
9	269.1	268.2	267.3	266.4	265.5	264.6	263.7	262.8	261.9	261.0	260.1	259.2	258.3	257.4	256.5

$$\log m = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

$t$	48 <sup>m</sup>	49 <sup>m</sup>	50 <sup>m</sup>	51 <sup>m</sup>	52 <sup>m</sup>	53 <sup>m</sup>
30	3 662892 297	3 680551 292	3 697855 285	3 714816 280	3 731448 275	3 747764 270
31	3 663189 297	3 680843 291	3 698140 285	3 715096 280	3 731723 274	3 748084 269
32	3 663486 298	3 681134 291	3 698425 286	3 715376 279	3 731997 275	3 748303 269
33	3 663781 297	3 681125 291	3 698711 285	3 715655 280	3 732272 274	3 748572 269
34	3 664081 296	3 681716 291	3 698996 285	3 715985 279	3 732546 274	3 748841 269
35	3 664377 297	3 682007 290	3 699281 285	3 716214 280	3 732820 274	3 749110 269
36	3 664671 297	3 682297 291	3 699566 285	3 716496 279	3 733094 274	3 749379 269
37	3 664971 297	3 682588 291	3 699851 285	3 716773 279	3 733368 274	3 749648 268
38	3 665268 296	3 682879 290	3 700186 284	3 717052 280	3 733642 274	3 749916 269
39	3 665564 296	3 683169 290	3 700120 285	3 717332 279	3 733916 278	3 750185 269
40	3 665860 297	3 683459 291	3 700705 284	3 717611 279	3 734189 274	3 750454 268
41	3 666157 296	3 683750 290	3 700989 285	3 717890 278	3 734463 274	3 750722 269
42	3 666453 296	3 684040 290	3 701274 284	3 718168 279	3 734737 278	3 750991 268
43	3 666749 296	3 684330 290	3 701558 281	3 718447 279	3 735010 278	3 751259 268
44	3 667045 296	3 684620 290	3 701842 285	3 718726 278	3 735288 274	3 751527 268
45	3 667341 296	3 684910 290	3 702127 284	3 719004 279	3 735567 278	3 751795 268
46	3 667637 295	3 685200 289	3 702411 284	3 719283 278	3 735840 278	3 752068 268
47	3 667932 296	3 685489 290	3 702695 283	3 719561 279	3 736108 278	3 752331 268
48	3 668228 295	3 685779 289	3 702978 284	3 719840 278	3 736376 278	3 752599 268
49	3 668523 296	3 686068 290	3 703262 284	3 720118 278	3 736649 278	3 752867 268
50	3 668819 295	3 686358 289	3 703546 283	3 720396 278	3 736922 272	3 753135 267
51	3 669114 295	3 686647 289	3 703829 284	3 720674 278	3 737194 278	3 753402 268
52	3 669409 295	3 686936 290	3 704113 283	3 720952 278	3 737467 278	3 753670 267
53	3 669704 295	3 687226 289	3 704396 284	3 721230 278	3 737740 272	3 753937 268
54	3 669999 295	3 687515 288	3 704680 283	3 721508 277	3 738012 278	3 754205 267
55	3 670294 295	3 687803 289	3 704963 283	3 721785 278	3 738285 272	3 754472 267
56	3 670589 295	3 688092 289	3 705246 283	3 722063 278	3 738557 272	3 754739 267
57	3 670881 291	3 688381 289	3 705529 283	3 722341 277	3 738829 272	3 755006 267
58	3 671178 295	3 688670 288	3 705812 283	3 722618 277	3 739101 272	3 755273 267
59	3 671478 294	3 688958 289	3 706095 282	3 722895 278	3 739373 272	3 755540 267
60	3 671767	3 689247	3 706377	3 723178	3 739645	3 755807

$$\log n = \log 2 R \sin^4 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

30	1 7108	1 7456	1 7803	1 8142	1 8474	1 8801
40	1 7168	1 7515	1 7860	1 8198	1 8529	1 8855
50	1 7222	1 7573	1 7916	1 8253	1 8584	1 8908
60	1 7281	1 7630	1 7973	1 8309	1 8638	1 8962

## Proportionaltheile

	281	283	282	281	280	279	278	277	276	275	274	273	272	271	270
1	28.4	28.3	28.2	28.1	28.0	27.9	27.8	27.7	27.6	27.5	27.4	27.3	27.2	27.1	27.0
2	56.8	56.6	56.4	56.2	56.0	55.8	55.6	55.4	55.2	55.0	54.8	54.6	54.4	54.2	54.0
3	85.2	84.9	84.6	84.3	84.0	83.7	83.4	83.1	82.8	82.5	82.2	81.9	81.6	81.3	81.0
4	113.6	113.2	112.8	112.4	112.0	111.6	111.2	110.8	110.4	110.0	109.6	109.2	108.8	108.4	108.0
5	142.0	141.5	141.0	140.5	140.0	139.5	139.0	138.5	138.0	137.5	137.0	136.5	136.0	135.5	135.0
6	170.4	169.8	169.2	168.6	168.0	167.4	166.8	166.2	165.6	165.0	164.4	163.8	163.2	162.6	162.0
7	198.8	198.1	197.4	196.7	196.0	195.3	194.6	193.9	193.2	192.5	191.8	191.1	190.4	189.7	189.0
8	227.2	226.4	225.6	224.8	224.0	223.2	222.4	221.6	220.8	220.0	219.2	218.4	217.6	216.8	216.0
9	255.6	254.7	253.8	252.9	252.0	251.1	250.2	249.3	248.4	247.5	246.6	245.7	244.8	243.9	243.0

$$\log m = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} i$$

$$R = 206264.8$$

$i$	51 <sup>m</sup>	55 <sup>m</sup>	56 <sup>m</sup>	57 <sup>m</sup>	58 <sup>m</sup>	59 <sup>m</sup>	
0 <sup>r</sup>	8 755807	267 3 771670	262 3 787244	257 3 802510	252 3 817567	248 8 832381	241
1	3 756074	267 3 771932	262 3 787501	257 3 802792	252 3 817815	248 3 832578	241
2	3 756311	266 3 772194	261 3 787758	257 3 803045	252 3 818063	248 3 832822	241
3	3 756607	267 3 772455	262 3 788015	257 3 803297	253 3 818311	248 3 833066	241
4	3 756874	266 3 772717	262 3 788272	257 3 803550	252 3 818559	248 3 833309	241
5	3 757140	267 3 772979	261 3 788529	257 3 803802	252 3 818807	248 3 833553	241
6	3 757407	266 3 773240	262 3 788786	257 3 804054	252 3 819055	248 3 833797	241
7	3 757673	266 3 773502	261 3 789048	256 3 804307	252 3 819308	248 3 834040	241
8	3 757939	266 3 773763	261 3 789299	257 3 804559	252 3 819551	247 3 834281	241
9	3 758205	266 3 774024	261 3 789556	256 3 804811	252 3 819798	248 3 834527	241
10	3 758471	266 3 774285	261 3 789812	257 3 805063	251 3 820046	247 3 834771	241
11	3 758737	266 3 774546	261 3 790069	256 3 805314	252 3 820293	248 3 835014	241
12	3 759008	266 3 774807	261 3 790325	256 3 805566	252 3 820541	247 3 835257	241
13	3 759269	266 3 775068	261 3 790581	257 3 805818	252 3 820788	247 3 835500	241
14	3 759535	265 3 775329	261 3 790838	256 3 806070	251 3 821035	248 3 835743	241
15	3 759800	266 3 775590	261 3 791094	256 3 806321	252 3 821283	247 3 835986	241
16	3 760066	266 3 775851	260 3 791350	256 3 806573	251 3 821530	247 3 836229	241
17	3 760332	265 3 776111	261 3 791606	256 3 806824	252 3 821777	247 3 836472	241
18	3 760597	265 3 776372	261 3 791862	255 3 807076	251 3 822024	247 3 836715	241
19	3 760862	265 3 776633	260 3 792117	256 3 807327	251 3 822271	246 3 836958	241
20	3 761127	266 3 776893	260 3 792373	256 3 807578	251 3 822517	247 3 837200	241
21	3 761393	266 3 777153	260 3 792629	255 3 807829	251 3 822764	247 3 837443	241
22	3 761658	265 3 777413	261 3 792884	256 3 808080	251 3 823011	247 3 837685	241
23	3 761923	265 3 777671	260 3 793140	255 3 808331	251 3 823258	246 3 837928	241
24	3 762188	265 3 777934	260 3 793395	255 3 808582	251 3 823504	247 3 838170	241
25	3 762453	264 3 778194	260 3 793650	256 3 808833	251 3 823751	246 3 838413	241
26	3 762717	265 3 778454	259 3 793906	255 3 809081	251 3 823997	247 3 838655	241
27	3 762982	264 3 778718	260 3 794161	255 3 809335	250 3 824244	246 3 838897	241
28	3 763246	265 3 778978	260 3 794416	255 3 809585	251 3 824490	246 3 839139	241
29	3 763511	264 3 779238	259 3 794671	255 3 809836	250 3 824736	246 3 839381	241
30	3 763775	264 3 779492	259 3 794926	255 3 810086	250 3 824982	246 3 839623	241

$$\log n = \log 2 R \sin^4 \frac{1}{2} i$$

$$R = 206264.8$$

0 <sup>r</sup>	1 8902	58	1 9279	52	1 9590	52	1 9896	51	2 0197	49	2 0492	49
10	1 9015	58	1 9331	52	1 9642	51	1 9947	50	2 0246	50	2 0541	48
20	1 9068	53	1 9388	52	1 9693	51	1 9997	50	2 0296	49	2 0589	49
30	1 9121		1 9435		1 9744		2 0047		2 0345		2 0638	

## Proportionaltheile

	269	268	267	266	265	264	263	262	261	260	259	258	257	256	255
1	26 9	26 8	26 7	26 6	26 5	26 4	26 3	26 2	26 1	26 0	25 9	25 8	25 7	25 6	25 5
2	53 8	53 6	53 4	53 2	53 0	52 8	52 6	52 4	52 2	52 0	51 8	51 6	51 4	51 2	51 0
3	80 7	80 4	80 1	79 8	79 5	79 2	78 9	78 6	78 3	78 0	77 7	77 4	77 1	76 8	76 5
4	107 6	107 2	106 8	106 4	106 0	105 6	105 2	104 8	104 4	104 0	103 6	103 2	102 8	102 4	102 0
5	134 5	134 0	133 5	133 0	132 5	132 0	131 5	131 0	130 5	130 0	129 5	129 0	128 5	128 0	127 5
6	161 4	160 8	160 2	159 6	159 0	158 4	157 8	157 2	156 6	156 0	155 4	154 8	154 2	153 6	153 0
7	188 3	187 6	186 9	186 2	185 5	184 8	184 1	183 4	182 7	182 0	181 3	180 6	179 9	179 2	178 5
8	215 2	214 4	213 6	212 8	212 0	211 2	210 4	209 6	208 8	208 0	207 2	206 4	205 6	204 8	204 0
9	242 1	241 2	240 3	239 4	238 5	237 6	236 7	235 8	234 9	234 0	233 1	232 2	231 3	230 4	229 5

$$\log m = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} i$$

$$R = 206264.8$$

$i$	54 <sup>m</sup>	55 <sup>m</sup>	56 <sup>m</sup>	57 <sup>m</sup>	58 <sup>m</sup>	59 <sup>m</sup>
30 <sup>s</sup>	8 763775 265	3 779492 260	3 791926 255	3 810086 251	3 824982 246	3 839628 242
31	8 764010 264	3 779752 259	3 795181 255	3 810387 250	3 825228 246	3 839865 241
32	8 764301 264	3 780011 260	3 795186 254	3 810587 250	3 825474 246	3 840107 242
33	8 764568 264	3 780271 259	3 795690 255	3 810837 250	3 825720 246	3 840349 241
34	3 764832 261	3 780530 259	3 795915 255	3 811087 250	3 825966 246	3 840590 242
35	8 765096 264	3 780789 259	3 796200 251	3 811337 250	3 826212 246	3 840832 242
36	3 765360 264	8 781018 259	3 796451 255	3 811587 250	3 826458 246	3 841074 241
37	8 765624 261	3 781307 259	3 796709 251	3 811837 250	3 826708 246	3 841315 241
38	8 765888 268	3 781566 259	3 796963 251	3 812087 250	3 826949 245	3 841556 242
39	3 766151 261	3 781825 259	3 797217 254	3 812337 250	3 827191 246	3 841798 241
40	8 766415 263	3 782084 259	3 797471 255	3 812587 250	3 827440 245	3 842039 241
41	3 766678 264	3 782343 258	3 797726 254	3 812837 249	3 827685 246	3 842280 241
42	8 766942 268	3 782601 259	3 797980 254	3 813086 250	3 827931 245	3 842521 242
43	3 767205 262	3 782860 258	3 798234 253	3 813336 249	3 828176 245	3 842763 241
44	8 767468 261	3 783118 259	3 798487 251	3 813585 250	3 828421 245	3 843004 240
45	3 767732 263	3 783377 263	3 798741 254	3 813835 249	3 828666 245	3 843244 241
46	8 767995 263	3 783635 259	3 798995 254	3 814084 249	3 828911 245	3 843485 241
47	3 768258 263	8 783891 258	3 799249 253	3 814333 249	3 829156 245	3 843726 241
48	8 768521 263	3 784152 258	3 799502 251	3 814582 249	3 829401 245	3 843967 241
49	3 768781 263	3 784410 258	3 799756 253	3 814831 249	3 829646 244	3 844208 240
50	3 769047 262	3 784668 258	8 800009 251	3 815080 249	3 829890 245	8 844448 241
51	3 769309 263	8 784926 258	3 800263 253	3 815329 249	3 830135 245	8 844689 240
52	8 769572 262	3 785181 257	3 800516 253	3 815578 249	3 830380 241	3 844929 241
53	3 769834 263	3 785441 258	3 800769 253	3 815827 249	3 830624 245	3 845170 240
54	3 770097 262	3 785699 258	3 801022 253	3 816076 249	3 830869 241	3 845410 240
55	3 770359 262	3 785957 257	3 801275 253	3 816325 248	3 831113 245	3 845650 240
56	8 770621 263	3 786214 258	8 801528 253	3 816573 249	3 831358 244	3 845890 240
57	3 770884 262	3 786472 257	3 801781 253	3 816822 248	3 831602 241	3 846130 241
58	3 771146 262	3 786729 258	3 802031 253	3 817070 248	3 831846 244	3 846371 240
59	3 771408 262	3 786987 257	3 802287 253	3 817318 249	3 832090 244	3 846611 240
60	8 771670 262	3 787244 257	3 802540 253	3 817567 249	3 832334 244	8 846851 240

$$\log n = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} i$$

$$R = 206264.8$$

	1 9121 58	1 9135 52	1 9711 51	2 0047 50	2 0345 49	2 0638 48
30 <sup>s</sup>	1 9121 58	1 9135 52	1 9711 51	2 0047 50	2 0345 49	2 0638 48
40	1 9174 52	1 9487 52	1 9795 51	2 0097 50	2 0391 49	2 0686 48
50	1 9226 53	1 9539 51	1 9846 50	2 0147 50	2 0443 49	2 0734 48
60	1 9279 53	1 9590 51	1 9896 50	2 0197 50	2 0492 49	2 0782 48

## Proportionaltheile

	254	258	252	251	250	249	248	247	246	245	244	243	242	241	240
1	25 4	25 8	25 2	25 1	25 0	24 9	24 8	24 7	24 6	24 5	24 4	24 3	24 2	24 1	24 0
2	50 8	50 6	50 4	50 2	50 0	49 8	49 6	49 4	49 2	49 0	48 8	48 6	48 4	48 2	48 0
3	76 2	75 9	75 6	75 3	75 0	74 7	74 4	74 1	73 8	73 5	73 2	72 9	72 6	72 3	72 0
4	101 6	101 2	100 8	100 4	100 0	99 6	99 2	98 8	98 4	98 0	97 6	97 2	96 8	96 4	96 0
5	127 0	126 5	126 0	125 5	125 0	124 5	124 0	123 5	123 0	122 5	122 0	121 5	121 0	120 5	120 0
6	152 1	151 8	151 2	150 6	150 0	149 4	148 8	148 2	147 6	147 0	146 4	145 8	145 2	144 6	144 0
7	177 8	177 1	176 4	175 7	175 0	174 8	174 6	174 2	173 9	173 2	172 5	171 8	171 1	170 4	169 7
8	202 2	202 4	201 6	200 8	200 0	199 2	198 1	197 6	196 8	196 0	195 2	194 4	193 6	192 8	192 0
9	228 6	227 7	226 8	225 9	225 0	224 1	223 2	222 3	221 4	220 5	219 6	218 7	217 8	216 9	216 0



# Tafel VI.

## Verzeichniss der Bahnelemente der Kometen

---

Ueber die Bezeichnung (Col 1) vgl. Bd 2, pag. 52.

In der Columnne »Name des Entdeckers« sind für die erste Zeit die Quellen angegeben, wo der betreffende Komet erwähnt worden ist, bei auffallenden Erscheinungen späterer Zeit, welche an verschiedenen Orten zugleich gesehen wurden, ist nur der eine oder andere Name des ersten Beobachters angeführt.

In der letzten Columnne bedeutet

- A N    Astronomische Nachrichten
- A J    Astronomical Journal
- B A    Bulletin Astronomique
- B J    Berliner Astronomisches Jahrbuch
- C R    Comptes Rendus de l'Acad. Française
- C d T    Connaissance des Temps.
- M N    Monthly Notices of the R. Astron. Society
- M C    ZACHS' Monatliche Correspondenz
- Nat    »Nature« (London)
- Obs    »Observatory« ed. Greenwich
- V J S    Vierteljahrsschrift der Astron. Gesellschaft

Die übrigen Abkürzungen bedürfen keiner Erläuterung

Be- zeich- nung	No nach GALLÉ II	Jahr	Durchgang durch das Perihel M Zt Paris	Argument des Perihels $\omega$	Länge des aufst Knotens $\Omega$	Neigung $i$
1	1	v Chr 872	Alter Stil Winter	120°	270° bis 330°	unter 150°
2	2	137	April 29	350	220	160
3	3	69	Juli	150	165	70
(19)	4	12	Octob 880	108	28	170
(19)	5	n Chr 66	Januar 142	67° 40'	82° 40'	139° 30'
(19)	6	141	März 291	120 55	12 50	163 0
[a]	7	240	Novemb 100	82	189	44
[b]	8	539	Octob 2062	255 5 od 75 5	58 od 238	10
[c]	9	565	Juli 145	79 80	159 30	121
4	10	568	August 2933	24 20	294 15	4 8
5	11	574	April 729	15 22	128 17	46 31
6	12	770	Juli 665	86 46	88 54	129 29
(19)	13	837	März 100	277 80	206 33	170 od 168
7	14	961	Decemb 8017	82 32	350 35	100 27
(19)	15	989	Septemb 120	180	84	163
[d]	16	1006	März 22	94 bis 98	38	162 30
(19)	17	1066	April 10	120 55	25 50	163 0
8	18	1092	Febr 150	80 40	125 40	28 55
9	19	1097	Septemb 219	125 0	207 30	73 30
10	20	1231	Januar 80807	121 18	18 30	6 5
11	21	1264	Juli 1980	159 34	140 55	16 29
12	22	1299	März 31818	103 48	107 8	111 3
(19)	23	1301	Octob 240	186	188	167
13	24	1387	Juni 1508	90 41	93 1	189 32
[e]	25	1351	Novemb 265	unbestimmt	unbestimmt	unbestimmt
14	26	1362	März 283	10	237	148
15	27	1866	Octob 21461	169 21	217 25	152 23
(19)	28 II	1378	Novemb 877	107 46	47 17	162 4
16	29	1885	Octob 1627	166 44	268 31	127 45
(f)	30	1402	März 21	91	117	55
17	31	1438	Novemb 77766	189 192	96 203	104 01
18	32	1449	Decemb 98747	856 520	261 178	155 40.5
19	33 II	1456	Juni 820875	104 49 17	43 46 4	162 22 33
20	34	1457 I	Januar 179859	194 542	249 308	18 15.7

Bezeichnung	Log der Perihelidist <i>log q</i>	Excentricität <i>e</i>	Name des		Dauer der Sichtbarkeit	Nachweis der Berechnung
			Entdeckers	Berechners		
1	sehr klein		von ARISTOTELES erwähnt	PINGRE		PINGRE I, 262, 63
2	0 0048		Chines Beob	PLINCE		Americ Alm 1847
3	9 90		Chines Beob	PLINCE		Americ Alm 1847
(19)	9 76			IIIND		IIIND, Kometen, pag 142
(19)	9 6480		Chines Beob	IIIND		A N XXVII, 157
(19)	9 857			IIIND		M N X, 57
[a]	9 570		Chines Beob	BURCKHARDT		M C X, 167
[b]	9 53307		Chines Beob	BURCKHARDT		M C II, 415 XVI, 498
[c]	9 92000		Chines Beob	BURCKHARDT		M C X, 162
4	9 95779		Chines Beob	LAUGIER		C R XXII, 156
5	9 9886		Chines Beob	IIIND		A N XXI, 279 XXIII, 377
6	9 7801		Chines Beob	IIIND		A N XXIII, 377
(19)	9 768428		Chines Beob	PINGRE		PINGRE I, 340
7	9 7418		Chines Beob	IIIND		A N XXIII, 377
(19)	9 7546		Chines Beob	BURCKHARDT		M C X, 167
[d]	9 76601			PINGRE		PINGRE I, 364
(19)	9 857			IIIND		M N X, 54
8	9 9676		Chines Beob	IIIND		A N XXVII, 157
9	9 86832		Chines Beob	BURCKHARDT	Octob 6—17	M C II, 417 XVI, 501
10	9 9767		Chines Beob	PINGRE		PINGRE I, 401
11	9 9164			IIIND	3 Monate	IIIND, De Kometen, pag 55
12	9 502880			PINGRE		PINGRE I, 419
(19)	9 806			LAUGIER		C d T 1846, 97
13	9 91815			LAUGIER		C R, XXII, 153
[e]	0 00		Chines Beob	BURCKHARDT	Nov 24—30	M C II, 418 XVI, 503
14	9 67214		Chines Beob	BURCKHARDT		M C X, 166
15	9 99114			IIIND		Obs IX, 283
(19)	9 76604		Chines Beob	LAUGIER		C R XVI, 1005
16	9 8886		Chines Beob	IIIND		A N XXI, 279 XXIII, 377
[f]	9 58			IIIND		Nat XVI, 50
17	9 69264		TOSCANELLI	CEYORIA	Oct 5—31	A N CIX, 110
18	9 51510		TOSCANELLI	CEYORIA	1449 Dec 26 bis 1450 Febr 13	A N, CIX, 269
19	9 76368	0 06788	TOSCANELLI	CEYORIA	Jun 8—Juli 8	A N CXI, 70
20	9 84718		TOSCANELLI	CEYORIA	Jan 23—27	A N CX, 174



Be- zeich- nung	No nach GALILEI	Jahr	Durchgang durch das Perihel M Zt Paris	Argument des Perihels $\omega$	Länge des aufst Knotens $\Omega$	Neigung $\epsilon$
21	85	1457 II	August 8 0071	185° 8' 1	184° 24' 2	9° 51' 7
22	86	1468	Octob 7 438	69 43	71 5	141 59
23	87	1472	Febr 29 94555	246 6 58''	285 58 25''	170 50 6''
24	88	1490	Decemb 24 48	129 55	288 45	51 87
[g]	89	1499	Septemb 6 19	88 80	326 80	21
[h]	40	1500	Mai 17	20	310	106
25	41	1506	Septemb 8 668	242 13	182 50	184 59
(19)	42 H	1581	August 25 799	104 18	45 80	168 0
26	48	1582	Octob 19 8389	24 25	87 28	82 86
[i]	44	1583	Juni 14 889	278 21	299 19	28 14
27	45	1556	April 22 1911	100 52 6	175 18 9	32 25-7
28	46	1558	Septemb 13 55	119 87	835 8	110 53
29	47	1577	Octob 26 9541	225 38 24	25 20 24	104 50 18
30	48	1580	Novemb 28 49961	89 20 14	19 6 42	64 88 40
31	49	1582	Mai 6 4197 Neuer Stil	381 56 50	227 18 88	118 81 0
32	50	1585	Octob 8 0827	331 24 10	37 44 15	6 5 52
33	51	1590	Febr 8 08363	307 39 44	165 36 56	150 30 16
34	52	1598	Juli 18 575	12 4	164 15	87 58
35	58	1596	Juli 25 2208	59 26 14	380 20 49	128 1 50
(19)	54 H	1607	Octob 27 0148	107 27 10	48 11 9	162 58 43
36	55	1618 I	Aug 17 138	21 55	293 25	21 28
37	56	1618 II	Novemb 8 8572	287 21 11	75 44 10	37 11 31
38	57	1652	Novemb 12 6593	300 8 40	88 10 0	79 28 0
39	58	1661	Januar 26 8876	33 22 8	81 54 0	88 0 55
40	59	1664	Decemb. 4 4898	310 33 15	81 15 52	158 41 48
41	60	1665	April 24 2253	156 7 80	228 2 0	103 55 0
42	61	1668	Febr 28 8	80 15	357 17	144 2
43	62	1672	Marz 1 45819	109 33 32	298 6 30	82 56 45
44	63	1677	Mai 6 0822	99 12 5	236 49 10	100 53 45
45	64	1678	August 18 3213	159 27 37	163 20	2 52
46	65	1680	Decemb 17 99409	350 39 36	272 9 29	60 40 16
(19)	66 H	1682	Septemb 14 80155	109 15 41	51 11 18	162 15 15
47	67	1683	Juli 18 09717	87 48 40	173 24 40	96 46 45
48	68	1684	Juni 8 269	330 20 41	268 10 32	65 25 8
49	69	1686	Septemb. 15 8314	81 54 6	354 8 8	84 55-7

Be- reich- nung	Log der Perihelidiat <i>log q</i>	Excentrici- tat <i>e</i>	Name des		Dauer der Sichtbarkeit	Nachweis der Berechnung
			Entdeckers	Berechners		
21	9 88106	0 967391	TOSCANELLI	CELORIA	Juli 6 - Aug 4	A N CX, 173
22	9 91898			VALZ		C R XXII, 425
23	9 68654			CELORIA		A N CXII, 53
24	9 8678		Chines Beob	IIIND		A N XXIII, 377
[g]	9 9795		Chines Beob	IIIND		Par Bull 1861 8 9
[h]	0 146		Chines Beob	IIIND		Par Bull 1861 8 9
25	9 58657		Chines Beob	LAUGHL	Juli 31 - Aug 14	C R XXII, 154
(19)	9 76338		APIAN	HALLPY		HALLEY, Tab astr
26	9 71585			OLBLRS		IIINDENB Mag 1787, 440
(i)	9 514862			OLBLRS		B J 1800, 126
27	9 69092			HOEK	Marz 4 - April 25	A N LV, 216
28	9 4480		FABRICIUS	HOEK		A N LXVIII, 96
29	9 24920		TYCHO BRAHE	WOLDSIEDT		A N XXIV, 7
30	9 77986		TYCHO BRAHE	SCHJILLERUP		A N XLII, 173
31	9 22716		TYCHO BRAHE	MARTH	Mai 12-18	Nat XIX, 123
32	0 0898531	0 9674544	TYCHO BRAHE	C A F PETLRS und SAWIISCH	Octob 19 bis Nov 17	A. N. XXIX, 269
33	9 7541886		TYCHO BRAHE	IIIND	Marz 5-16	A N XXV, 131
34	8 94994		RIPLEIS	LA CAILLE		M d Paris 1747, 562
35	9 7587024		TYCHO BRAHE	IIIND		A N XXIII, 232
(19)	9 766543		HARRIOT, LON- GOMONIAN	LEHMANN		A N XII, 391
36	9 710100		KEPLER	PINGRE	Aug 25-Sept 25	PINGRE II, 4 100
37	9 590556			BESNI	1618 Nov bis 1619 Jan 21	B J 1808, 119
38	9 928140		IIIVEL	IIALIFY	1652 Dec 20 bis 1653 Jan 8	IIALIFY, Tab astr
39	9 646181		IIIV, WEIPER	MACHAIN	Jan 29-März 28	Mém X, 395
40	0 010949		IIIVEL	LINDHOL	1664 Nov bis 1665 März	Diss Helsingf 1854
41	9 027809	0 626970	IIIVEL	IIALIFY	Marz-April 20	IIALIFY, Tab astr.
42	7 68000			IIENDFRSON		A N XX, 335
43	9 842271		IIIVET, CASINI	BREDFRICII		A N CXVIII, 70
44	9 448072		IIIVET, FLAM- STED	IIALIFY	April 29 - Mai 8	IIALLEY, Tab astr
45	0 0589182		LA IHRT	LEVERRIER		A N XXVI, 383
46	7 7939551		G KIRCH	ENCKE	1680 Nov. 13 bis 1681 März	Z f Astr VI, 157
(19)	9 7655898		FLAMSTED, IIIVEL	ROSENHARTER	Aug 25 bis Sept 19	A N XII, 190
47	9 7478656		BIANCHINI	PLUMMER	Juli 20 - Sept 5	M N XXX, 157
48	9 98149		BIANCHINI	NEUGBAUER	Juli 1-17	A N LXXXIV, 144
49	9 52686			IIIND	Aug 17-Sept 15	Nat XIV, 257

Be- reich- nung	No nach GALE II	Jahr	Durchgang durch das Perihel M Zt Paris	Argument des Perihels $\omega$	Länge des aufst Knotens $\Omega$	Neigung °
50	70	1689	Novemb 80 1654	78° 10' 39"	279° 24' 28"	63° 11' 30"
51	71	1695	Novemb 9 71	201	216	22
52	72	1698	Octob 17 0214	151 11	65 58	169 5
58	73	1699	Jan 13 4063	109 82 7	321 41 5	109 28 1
54	74	1701	Octob 17 417	165 0	298 41	138 21
55	75	1702	Marz 13 613	300 47 21	188 59 10	1 21 44
56	76	1706	Januar 80 2120	59 25 2	13 11 28	55 14 5
57	77	1707	Decemb 11 9948	27 7 40	52 50 29	88 37 10
58	78	1718	Januar 14 91223	6 15 34	127 55 29	118 51 51
59	79	1728	Septemb 27 68188	381 21 42	14 11 17	129 59 42
60	80	1729	Juni 16 15422	10 25 88	310 37 8	77 4 6
61	81	1737 I	Januar 80 8587	99 88 0	226 22 0	18 20 15
62	82	1787 II	Juni 2 2869	159 52 1	182 5 4	61 51 6
68	88	1789	Juni 17 4229	101 46 34	207 25 14	121 17 16
64	84	1742	Februar 8 6252	328 80 10	185 9 30	112 28 20
65	85	1743 I	Januar 8 20058	6 25 6	86 54 29	1 53 43
66	86	1748 II	Septemb 20 65840	119 2 8	6 2 11	134 22 55
67	87	1744	März 1 34628	151 26 55	45 44 53	47 7 19
68	88	1747	März 8 3056	230 16 50	147 18 50	100 53 40
69	89	1748 I	April 28 78715	17 28 21	282 51 50	91 81 37
70	90	1748 II	Juni 18 89401	245 38 41	83 8 29	67 3 28
71	91	1757	Octob 21 88611	268 45 10	214 12 50	12 50 20
72	92	1758	Juni 11 14875	86 48 0	230 50 0	68 19 0
(19)	98 H	1759 I	März 12 65827	110 89 59	53 50 27	162 23 8
73	94	1759 II	Novemb 27 00880	278 54 38	139 89 41	79 6 38
74	95	1759 III	Decemb 16 84757	801 21 29	79 50 4	175 7 29
75	96	1762	Mai 28 8410	115 28 55	348 88 5	85 88 18
76	97	1768	Novemb 1 8679	88 84 54	856 21 4	72 81 52
77	98	1764	Februar 12 57750	104 49 41	120 4 33	127 6 29
78	99	1766 I	Februar 17 86806	100 55 25	244 10 50	139 9 40
79	100	1766 II	April 26 99538	177 2 0	74 11 0	8 1 45
80	101	1769	Octob 7 62889	829 7 29	175 3 59	40 45 50
81	102	1770 I	August 13 54785	224 17 55	131 58 56	1 34 28
82	103	1770 II	Novemb 22 24167	260 19 26	108 42 10	148 84 5
88	104	1771	April 19 14144	76 8 10	27 53 12	11 15 58

Bezeichnung	Log der Perihelidist <i>log q</i>	Excentricität <i>e</i>	Name des		Dauer der Sichtbarkeit	Nachweis der Berechnung
			Entdecker	Berechner		
50	9 90909			HOFRSCHUCK	1689 Dec bis 1690 Jan	A N CXXIX, 325
51	9 9261		DE L'ISLE	BURKHARDT	Oct 28—Nov 17	C d T 1817, 278
52	9 86252		LA HIRE, CASSINI	HIND	Sept 2—28	Nat XIV, 152
53	9 87426		FONTENAY, CASSINI	HIND	Febr 17—März 2	Nat XX, 482
54	9 77278		PAIU, THOMAS	BURKHARDT		C d T 1811, 485
55	9 810790			BURKHARDT	Apr 20—Mai 5	M C XVI, 511
56	9 680291		CASSINI, MARAUDI	SIRUYCK	März 18—Apr 16	SIRUYCK 1753, 53
57	9 934018		MANRI DI	SIRUYCK	1707 Nov 25 bis 1708 Jan 23	SIRUYCK 1753, 54
58	0 010908		KIRCH	ARGENTANDER		A N VII, 495
59	9 9991748			SPOFFER	Oct 11—Dec 18	Disq Beol 1843
60	0 607513		SARABAT	HIND	1729 Juli 31 bis 1730 Jan 18	Nat XXX, 519
61	9 847960		BRADLEY	BRADLEY	Febr 26—Apr 2	Ph Trans XL, 111
62	9 92155		Chines Beob	HIND		Par Bull 1874 Sept 17
63	9 828388		ZANOTTI	LA CANTU	Mai 28—Aug 18	Leq d'Astr
64	9 886523		GRANI, CASSINI	BARICER	Febr 5—Mai 6	Accoont p 29
65	9 9352858	0 7213085	GRISCHOW	CLAUSEN	Febr 12—28	A N X, 345
66	9 718496		KINKENBERG	D'ARRLES	Aug 18—Sept 13	A N XXXVII, 363
67	9 3467607		KINKENBERG	PUMPER	1743 Dec 9	M N XXXIV, 85
68	0 342128		CH'FAUCY	LA CANTU	Aug 13—Dec 5	Leq d'Astr
69	9 924486		MARAUDI	LI MONNIE		SIRUYCK 1753, 95
70	9 7961280		KINKENBERG	BISSE	Mai 10—22	B J 1809, 99
71	9 528328		BRADLEY	BRADLEY	Sept 13 bis Octob 18	Ph Trans L I, 408 13
72	9 333148		DE LA NUX	PINGRÉ	Mai—Nov 2	PINGRÉ II, 104
(19)	9 7667989	0 96768436	PAULI, CHEN	ROSENBURG	1758 Dec 25 bis 1759 Juni 22	A N XII, 190
73	9 903844			PINGRÉ	Jan 25—März 18	PINGRÉ II, 104
74	9 9848692		CASSINI DI PIAZZI	HIND	1760 Jan 8 bis Febr 8	Nat XX, 226
75	0 003912		KINKENBERG	BURKHARDT	Mai 17—Juli 5	Mém de l'Inst VII, 228
76	9 6974784	0 99868	MESSIER	BURKHARDT	Sept 30 Nov 25	M C XXVI, 477
77	9 744462		MESSIER	PINGRÉ	Jan 3—Febr 11	Mém dP 1771, 513
78	9 703570		MESSIER	PINGRÉ	März 8—15	PINGRÉ II, 106
79	9 6009521		HIPPINZIL-DPR	BURKHARDT	April 1—Mai 13	C d T 1821, 293
80	9 0890392	0 99924901	MESSIER	BASSI	Aug 8—Dec 1	B J 1810, 123, 1811, 197
81	9 8289491	0 786119	MESSIER	LEVERRIER	Juni 14—Octob 2	C R XXVI, 468
82	9 722883			PINGRÉ	1771 Jan 9—20	PINGRÉ II, 106
83	9 955127		MESSIER	KRUFUT	April 1—Juli 17	A N CIII, 336

Bezeichnung	No nach GATT II	Jahr	Durchgang durch das Perihel M Zt Paris	Argument des Perihels $\omega$	Länge des aufst Knotens $\Omega$	Neigung $i$
81	105 B	1772	Februar 16 66180	213° 2' 57"	257° 15' 88"	17° 3' 8"
85	106	1773	Septemb 5 61330	311 5 28	121 5 30	61 14 17
86	107	1774	August 15 8366	136 43 6	180 44 34	88 20 26
87	108	1779	Januar 4 11157	62 12 22	21 57 18	32 81 7
88	109	1780 I	Septemb 30 93280	237 5 19	128 41 18	125 30 18
89	110	1780 II	Novemb 28 8514	254 9 0	141 1 0	107 56 30
90	111	1781 I	Juli 7 19637	156 10 47	88 0 38	81 13 26
91	112	1781 II	Novemb 29 5297	61 19 18	77 22 55	152 47 56
92	113	1783	Novemb 19 93685	351 36 55	55 40 30	45 6 51
93	114	1784	Januar 21 2061	336 4 57	56 49 21	128 50 18
94	115	1785 I	Januar 27 33199	205 89 41	264 12 15	70 14 12
95	116	1785 II	April 8 420486	127 10 31	64 41 5	92 87 48
96	117 E	1786 I	Januar 30 88	182 80	331 8	13 36
97	118	1786 II	Juli 8 57397	323 14 58	195 28 32	50 58 33
98	119	1787	Mai 10 83194	99 7 26	106 51 35	131 44 9
99	120	1788 I	Novemb 10 31682	57 48 36	156 56 48	167 32 20
100	121	1788 II	Novemb 20 30903	30 25 28	352 24 26	64 30 21
101	122	1790 I	Januar 16 79688	114 25 17	172 50 2	150 15 53
102	123 Tu	1790 II	Januar 30 87628	207 5 26	268 36 31	54 0 26
103	124	1790 III	Mai 21 24740	119 27 35	38 11 2	116 7 33
104	125	1792 I	Jan 13 57240	151 16 33	190 46 15	140 13 5
105	126	1792 II	Decemb 27 26009	147 15 53	283 15 17	130 58 15
106	127	1798 I	Novemb 4 8479	239 47	108 29	119 39
107	128	1798 II	Novemb 20 83405	69 58 10	1 59 34	51 30 29
(96)	129 E	1795	Decemb 21 41748	182 1 58	331 89 22	13 42 30
108	180	1796	April 2 88128	184 18 8	17 2 16	115 5 27
109	181	1797	Juli 9 11147	279 48 29	329 15 87	129 19 26
110	132	1798 I	April 4 51482	342 58 21	122 7 22	43 48 1
111	133	1798 II	Decemb 81 5174	215 0 56	249 30 41	137 36 35
112	184	1799 I	Septemb 7 19743	95 47 45	99 29 59	129 4 9
113	185	1799 II	Decemb 25 90289	136 28 59	826 49 11	102 58 22
114	136	1801	August 8 5630	219 47 2	42 28 54	159 15 0
115	187	1802	Septemb 9 89752	21 53 25	810 15 89	57 0 47
116	188	1804	Februar 18 59463	331 56 53	176 47 58	56 28 40
(96)	189	1805	Novemb 21 50688	182 27 14	884 20 10	18 33 30

Be- zeich- nung	Log der Perihelidist log $q$	Excentrici- tät $e$	Name des		Dauer der Sichtbarkeit	Nachweis der Berechnung
			Entdeckers	Berechners		
81	9 99389	0 72451	MONTAIGNE	HUBBARD	März 8—April 1	A J VI, 114
85	0 051880		MESSEUR	BURCKHARDT	1773 Oct 12 bis 1774 April 14	M C X, 512
86	0 1562065		MONTAIGNE	BURCKHARDT	Aug 11—Oct 25	C d T 1821, 295
87	9 853160		BODE	PACASSI	Jan 6—Mai 17	EULFR Theor mot 225
88	8 9836418	0 9999460	MESSEUR	CIUVIR	Oct 26—Nov 28	A N VI, 147
89	9 712041		MONTAIGNE	OIBERS	Oct 18—Oct 26	Allg G Eph IV, 49
90	9 889784		MICHAIN	MICHAIN	Juni 28—Juli 16	M d P 1782, 583
91	9 982721		MICHAIN	MICHAIN	Oct 9—Dec 26	M d P 1780, 71
92	0 1641418	0 5524560	PICOT	C H F PILLERS	Nov 19—Dec 21	Astr Not 19
93	0 849946		DE LA NOU	MICHAIN	1783 Dec 15 bis 1784 Mai 26	M d P 1784, 363
94	0 0581975		MESSEUR	MICHAIN	Jan 7—Febr 8	B J 1788, 166
95	9 6306715		MICHAIN	KRUEGER	März 11—Apr 16	Act Soc Fenn IX, I, 367
96	9 52482	0 84836	MICHAIN	ENCKE	Juni 17—19	B J 1822, 196
97	9 595763		C HERSCHTEL	RECTOR	Aug 1—Oct 26	Eph Mediol 1789, 147
98	9 5427145		MICHAIN	DE SARON	April 10—März 26	B J 1791, 155
99	0 0265381		MESSEUR	MICHAIN	Nov 25—Dec 30	B J 1793, 118
100	9 8792757	0 8193300	C HERSCHTEL	MICHAIN	Dec 21—1789 Jan 18	M d P 1789, 684
101	9 873516		C HERSCHTEL	DE SARON	Jan 7—21	M d P 1790, 312
102	0 0188593		MICHAIN	PICOTIER	Juni 9—Febr 1	Diss pag 32
103	9 9019814		C HERSCHTEL	MICHAIN	Apr 17—Juni 29	M d P 1790, 336
104	0 111606		C HERSCHTEL	MICHAIN	1791 Dec 15 bis 1792 Juni 25	C d T 1793, 374
105	9 985106		GREGORY	PROSPERIN	1793 Jan 8 bis Febr 19	B J 1799, 192
106	9 60574		MESSEUR	DE SARON	Sept 27—1794 Juni 7	B J 1798, 243
107	0 1744008		PERNY	C H F PILLERS	Sept 24—Dec 8	Astr Not 19
(96)	9 5213016	0 8188828	C HERSCHTEL	ENCKE	Nov 7—27	B J 1822, 186
108	0 198151		OIBERS	OIBERS	März 31—Apr 14	B J 1799, 106
109	9 721489		BONVARD, C HERSCHTEL	OIBERS	Aug 14—Aug 31	Allg G Eph I, 366
110	9 685769		MESSEUR	HIND	Apr 12—Mai 24	Nat XXIX, 135
111	9 891917		BOUVARD	BURCKHARDT	Dec 6—12	Allg G Eph III, 398
112	9 9212081	0 81617529	MICHAIN	TAIQUIST	Aug. 6—Oct 25	Diss Abone 1825, 18
113	9 796437		MICHAIN	MICHAIN	Dec 26—1800 Jan 5	C d T XII, 376
114	9 40894		PONS, MESSIER	DONERCK	Juli 12—23	A N LXXXI, 324
115	0 039061		PONS	OIBERS	Aug 26—Oct 3	M C VI, 507
116	0 0298575		PONS	GAUSS	März 7—April 1	M C IX, 433
(96)	9 5320108		PONS	ENCKE	Oct 19—Nov 19	B J 1822, 190

Be- zeich- nung	No nach GALILEI II	Jahr	Durchgang durch das Perihel M Zt Paris	Argument des Perihels $\omega$	Länge des aufst Knotens $\Omega$	Neigung :
(84)	140 B	1806 I	Januar 1 92896	218° 12' 6"	251° 16' 19"	13° 36' 31"
117	141	1806 II	Decemb 28 92948	225 19 52	322 23 16	144 57 27
118	142	1807	Septemb 18 74537	4 7 80	266 47 11	63 10 28
119	143	1808 I	Mai 12 959	253 45 39	322 58 36	134 16 53
120	144	1808 II	Juli 12 17418	181 82 24	24 11 14	140 41 1
121	145	1810	Octob 6 24442	114 56 13	308 50 31	62 55 39
122	146	1811 I	Septemb 12 26278	65 23 46	140 25 15	106 57 18
123	147	1811 II	Novemb 10 99698	314 25 35	98 1 52	31 17 11
124	148 P Bs	1812	Septemb 15 33210	199 19 4	253 0 44	73 57 36
125	149	1813 I	März 4 53300	350 52 16	60 48 24	158 46 27
126	150	1813 II	Mai 19 51720	205 8 28	42 40 12	98 52 32
127	151 O	1815	April 25 99943	65 38 16	38 28 47	44 29 51
[k]	152	1816	März 1 8521	304 20 37	323 14 56	43 5 26
[j]	153	1818 I	Februar 3 2245	180 17	256 1	34 11
128	154	1818 II	Februar 25 96539	112 19 11	70 26 11	39 43 48
129	155	1818 III	Decemb 5 08902	348 13 20	90 0 50	116 59 36
(96)	156 E	1819 I	Januar 27 95958	182 26 29	334 33 18	13 36 56
130	157	1819 II	Juni 27 72197	13 26 14	273 41 57	30 44 38
131	158 W	1819 III	Juli 18 90670	161 30 5	113 10 46	10 42 48
132	159	1819 IV	Novemb 20 25208	350 4 51	77 13 57	9 1 13
133	160	1821	März 21 54305	169 11 31	48 40 56	106 26 53
134	161	1822 I	Mai 5 61250	344 48 5	177 26 56	126 22 36
(96)	162 E	1822 II	Mai 28 969940	182 47 10	334 25 9	13 20 21
135	163	1822 III	Juli 15 85069	237 44 54	97 44 18	143 42 30
136	164	1822 IV	Octob 23 772784	181 4 38	92 44 28	127 20 43
137	165	1823	Decemb 9 45058	28 28 31	303 8 0	108 48 3
138	166	1824 I	Juli 11 51428	334 2 37	234 20 41	125 23 15
139	167	1824 II	Septemb 29 07294	35 15 22	279 16 44	54 35 32
140	168	1825 I	Mai 30 55278	106 11 7	20 6 8	123 18 54
141	169	1825 II	August 18 71754	177 18 15	192 56 10	39 41 47
(96)	170 E	1825 III	Septemb 16 28190	182 47 36	334 27 30	13 21 23
142	171	1825 IV	Decemb 10 69134	256 56 43	215 43 22	146 27 7
(84)	172 B	1826 I	März 18 45311	231 21 28	251 27 19	13 33 54
143	173	1826 II	April 21 92451	279 22 54	197 36 34	40 0 26
144	174	1826 III	April 29 04553	4 41 0	40 29 13	174 42 53

Be- zeich- nung	Log der Perihelidist $\log q$	Excentrici- tät $e$	Name des		Dauer der Sichtbarkeit	Nachweis der Berechnung
			Entdeckers	Berechners		
(81)	9 9576410	0 7157065	PONS	HUMBOLDT	1805 Nov 9 bis Dec 9	Astr J VI, 117
117	0 0311881	1 0101620	PONS	HUMBOLDT	Nov 10—1807 Febr 12	A N LVIII, 92
118	9 8101158	0 99518781		DESSA	Sept 9—1808 März 27	B A J 1813, 188
119	9 59091		PONS	FRICK	März 25—29	A N V, 7
120	9 783870		PONS	DESSA	Juni 24—Juli 3	M C XVIII, 359
121	9 986603		PONS	FRICK	Aug 22—Sept 21	A N XCIV, 348
122	0 0151133	0 9951210	FRANKLIN	N. HILKE	März 25—1812 Jan 11	Kuß St II, 241
123	0 1992359	0 98271085	PONS	NICOLAI	Nov 16—1812 Febr 16	M C XXVII, 215
124	9 8904903	0 9550812	PONS	SCHUBERT, BOERSCH	Juli 20—Sept 27	A N CIII, 291
125	9 8115579		PONS	NICOLAI	Febr 4—März 11	C d I 1820, 419
126	0 0816799		PONS	FRICK	April 2—Mai 17	M R A 5 III, 8
127	0 0837998	0 93111958	GRUBER	GRUBER	März 6—Aug 25	V J 5 XVII, 111
[k]	8 66577		PONS	BUCKHARDT	Juni 22—Febr 1	Orn Blasius Briefe II, 32, 434
[l]	9 81255		PONS	HIND	Febr 23—27	M N XXXIII, 50
128	0 0783711		PONS	FRICK	1817 Dec 26 bis 1808 März 1	Z f Astr V, 254
129	9 9319571	1 011617	PONS	ROBINSON, SCHIRK	Nov 29—1819 Juni 30	B A J 1824, 145
(96)	9 5252819	0 8186190	PONS	V. ASHIN	1818 Nov 26 bis 1819 Juni 12	M d Petersb 1877
130	9 5332327		FRANKLIN	HIND	Juli 1 bis Octob	M N XXXVI, 309
131	9 8883352	0 75519035	PONS	FRICK	Juni 12—19	Corr Astr III, 293
132	9 9506368	0 6867158	BRANPAIN	FRICK	Nov 27 bis 1820 Juni 24	B A J 1824, 220
133	8 9629523		NICOLAI, PONS	ROBINSON	Juni 21—März 3	A N I, 425
131	9 7027863		GRUBER	NICOLAI	März 12—End Juni	C d T 1826, 278
(96)	9 5389209	0 8115061	DUNTOP	V. ASHIN	Juni 2—23	M d Petersb 1877
135	9 92797		PONS	HIND	März 30—Juni 24	Nat XXII, 205
136	0 0588126	0 9963021	PONS	SCHUBERT	Juli 13—Nov 11	Abl. Leipzig 1897
137	9 3550726			FRICK	Dec 30—1824 März 31	A N III, 113
138	9 771850		GRUBER	DOBERCK	Juli 15—Aug 11	M N XXXIV, 426
139	0 0311211		SCHUBERT	FRICK	Juli 23—Dec 25	A N IV, 123
140	9 9189616		GRUBER	CLAUSEN	März 18—Juli 15	B A J 1828, 152
111	9 9161921		PONS	CLAUSEN	Aug 9—26	A N IV, 347
(96)	9 5375192	0 8119296	VATZ	V. ASHIN	Juli 13—Sept 7	M d Petersb 1877
112	0 0937180	0 9951285	PONS	HUMBOLDT	Juli 15—1826 Juli 8	B A J VI, 37
(81)	9 9551083	0 7166012	FRANKLIN	HUMBOLDT	Febr 27—März 9	B A J VI, 124
113	0 3027126		PONS	NICOLAI	1825 Nov 7 bis 1826 April 11	A N IV, 531
144	9 2714275		FRANKLIN	GRUBER	März 29—April 6	A N XII, 281



Be- zeich- nung	No nach GALLF II	Jahr	Durchgang durch das Perihel M Zt Paris	Argument des Perihels $\omega$	Länge des aufst Knotens $\Omega$	Neigung /
145	175	1826 IV	Octob 8 95873	13° 11' 56"	41° 6' 28"	25° 57' 18"
146	176	1826 V	Novemb 18 11177	279 36 32	235 6 11	90 37 51
147	177	1827 I	Februar 4 92808	150 57 33	181 27 49	102 21 25
148	178	1827 II	Juni 7 81766	20 38 46	318 10 28	136 21 15
149	179	1827 III	Septemb 11 69936	258 41 59	119 39 11	125 55 18
(96)	180 E	1829	Januar 9 71981	182 48 56	331 29 32	13 20 38
150	181	1830 I	April 9 30158	5 49 47	206 21 33	21 16 32
151	182	1830 II	Decemb 27 6669	26 53 48	337 53 7	135 11 30
(96)	188 E	1832 I	Mai 3 99229	182 49 26	331 32 10	13 22 12
152	181	1832 II	Septemb 25 58003	201 36 10	72 27 30	136 10 7
(84)	185 B	1832 III	Novemb 26 12337	221 45 7	218 15 18	13 13 31
153	186	1833	Septemb 10 10196	260 53 6	323 28 17	7 18 17
154	187	1834	April 2 79907	50 9 18	226 33 12	5 59 30
155	188	1835 I	Marz 27 211663	210 26 22	58 20 32	170 52 32
(96)	189 E	1835 II	August 26 36831	182 49 4	331 35 0	13 21 19
(19)	190 II	1835 III	Novemb 15 91539	110 38 27	55 9 59	162 11 55
(96)	191 E	1838	Decemb 19 01616	182 50 57	331 36 42	13 21 32
156	192	1840 I	Januar 4 47816	72 11 19	119 57 38	53 5 33
157	193	1840 II	Mai 13 08212	156 35 58	286 50 10	120 17 1
158	194	1840 III	April 2 41131	188 2 55	186 2 12	79 52 18
159	195	1840 IV	Novemb 18 67060	133 36 1	218 55 48	57 58 6
(96)	196 E	1842 I	April 12 02583	182 50 50	331 39 11	13 20 30
160	197	1842 II	Decemb 15 96305	210 32 19	207 48 45	106 25 57
161	198	1843 I	Februar 27 41702	82 34 38	1 14 55	141 19 21
162	199	1843 II	Mai 6 06212	124 14 49	157 11 51	52 41 16
163	200 F	1843 III	Octob 17 13671	200 3 56	209 29 26	11 22 32
164	201 d V	1844 I	Septemb 2 18138	218 11 10	63 49 38	2 51 46
165	202	1844 II	Octob 27 85011	211 15 8	31 39 6	131 23 59
166	203	1844 III	Decemb 18 68127	177 12 56	118 19 22	45 38 17
167	204	1845 I	Januar 8 16784	114 35 30	386 44 26	46 51 1
168	205	1845 II	April 21 08748	205 26 33	317 6 45	56 23 36
169	206	1845 III	Juni 5 67992	75 46 0	337 48 56	131 18 1
(96)	207 E	1845 IV	August 9 60750	188 25 18	334 19 87	13 7 89
170	208	1846 I	Januar 22 16659	338 0 22	115 5 38	47 28 6
(84)	209 B	1846 II	Februar 10 99966	223 8 88	245 54 15	12 31 53

Be- zeich- nung	Log der Perihelidst log $q$	Haupt- tit $e$	Name des		Dauer der Sichtbarkeit	Nachweis der Berechnung
			Entdecker	Berechner		
115	9 930852		PONS	ARGELANDER	Aug 7—Dec 11	A N V, 358
116	9 1295811		PONS	GAMBART	Octob 22—1827 Jan 5	M R A S III, 86
117	9 70160		PONS	V. HILFEN SILIN	1826 Dec 26 bis Ende Jan 1827	A N V, 435
118	9 907191		PONS	V. HILFEN SILIN	Jun 20—Jul 21	A N VI, 305
119	9 1393857	0 99927405	PONS	CIUVET	Aug 2—Oct 16	A N VII, 62
(96)	9 5388865	0 8146656		V. ASLIN	1828 Sept 16 bis Dec 27	M d Petersb XXVI
150	9 9611594			SCHUIZ	Marz 17—Aug 17	A N LXXXII, 101
151	9 0999822		ILIKAPAH	WOLIKAS	1831 Jan 7 bis März 8	A N X, 68
(96)	9 5357772	0 8151533	MOSCOW	V. ASLIN	Jun 1—Aug 21	M d Petersb XXVI
152	0 0729866		GAMBART	SCHULZ	Jul 19—Aug 27	A N LXXXII, 110
(81)	9 9440815	0 7511180		BARANOWSKI	Oct—1833 Jan 3	A N XIV, 177
153	9 666836		DUNOP	HARIWIC	Octob 1—16	A N XLVII, 37
151	9 710207		GAMBART	SCHULZ	März 7—April 14	B A VI, 115
155	0 3096627		V. BOGUSLAW- KI	RICHENBERG	April 20—März 27	A N CILIII, 13
(96)	9 5369938	0 8450751	KATZ	V. ASLIN	Jul 22—Aug 6	M d Petersb XXVI
(19)	9 7683191	0 96739091	DUMOUCHET	WRIGHT	Aug 5—1836 Mai 19	A N XXV, 189
(96)	9 5361926	0 8152181		V. ASLIN	Sept 16—Dec 16	M d Petersb XXVI
156	9 7912021	0 9999128	GATZ	RICHENBERG	1839 Dec 2 bis 1840 Febr 9	A. N CXXXI, 258
157	0 0866406	0 9949769	GATZ	KOWALCZYK	Jan 25—April 1	A N LXXXVII, 231
158	9 8741914		GATZ	KOWALCZYK	März 6—27	A. N LXXXI, 133
159	0 1705850	0 9711151	BREMIER	SCHUIZ/ SILIN	Oct 26—1841 Febr 16	Schw Akad XXIII, 14
(96)	9 5377181	0 8148313		V. ASLIN	Febr 8—März 22	M d Petersb XXVI
160	9 7027671		LAUGIER	SCHWARZ- SCHILD	Oct 28—Nov 27	A. N CXXXVII, 177
161	7 7133765	0 99991572	RAY	HUBBARD	Febr 27—Apr 19	A J II, 155
162	0 2085815	1 0001798	MAUVAIS	GOLEZ	März 3—Oct 1	A N. XXIII, 71
163	0 2284599	0 5558297	RAY	A. MOTIER	Nov 22—1844 April 10	A N LXXXIX, 121
164	0 0742006	0 6173720	DE VICO	BRUNNOW	Aug 22—Dec 31	Astr Not 1859, 3 4
165	9 9821644	0 9996083	MAUVAIS	PIANAMOUN	Jul 7—1845 März 10	M d Gönne XL, 574
166	9 4009126	1 00035303		BOND	Dec 16—1845 März 12	A J I, 103
167	9 9567191	1 0002467	D'ARRIET	DONERCK	1844 Dec 28 bis 1845 März 30	M N. XXXV, 104
168	0 0985880		DE VICO	FAYE	Febr 25—März 1	C R XX, 1115
169	9 603815	0 9898714	COUTA	D'ARRIET	Jun 2—27	A N XXII, 352
(96)	9 5289964	0 8174717		V. ASLIN	Jul 4—14	M d Petersb XXVI
170	0 1709013		DE VICO	JITNIK	Jan 24—Mai 1	C. R. XXVI, 281
(84)	9 9326998	0 7566625		HUBBARD	1845 Nov 26 bis April 27	A J VI, 131

Be- zeich- nung	No nach GAUSS II	Jahr	Durchgang durch das Perihel M Zt Paris	Argument des Perihels $\omega$	Länge des aufst Knotens $\Omega$	Näherung $i$
(81)	209 B	1846 IIb	Februar 11 08261	223° 5' 37''	215° 51' 17''	12° 31' 55''
171	210 B	1846 III	Februar 25 375	13 46 36	102 11 11	30 55 17
172	211	1846 IV	März 5 55237	12 53 27	77 33 16	85 6 27
173	212	1846 V	März 27 90231	76 11 18	161 16 10	122 23 18
174	213	1846 VI	Juni 1 11095	339 37 11	260 23 53	30 10 10
175	214	1846 VII	Juni 5 48571	99 17 10	261 52 51	150 41 13
176	215	1846 VIII	Octob 29 78372	93 58 16	4 11 21	19 12 0
177	216	1847 I	März 30 29086	254 20 36	21 41 16	18 38 16
178	217	1847 II	Juni 1 69903	32 20 31	173 57 7	100 26 11
179	218	1847 III	August 9 31134	91 31 16	338 16 57	96 33 45
180	219	1847 IV	August 9 35158	55 26 6	76 42 58	117 21 10
181	220	1847 V	Septemb 9 52209	129 18 5	309 50 23	19 9 0
182	221	1847 VI	Novemb 14 10637	276 36 56	190 19 56	108 9 6
183	222	1848 I	Septemb 8 05177	260 57 36	211 31 43	95 36 31
(96)	223	1848 II	Novemb 26 08795	183 25 30	331 22 18	18 8 41
184	224	1849 I	Januar 19 35431	208 1 22	215 12 51	85 2 54
185	225	1849 II	März 26 49906	33 10 17	202 32 45	67 9 55
186	226	1849 III	Juni 8 21011	236 31 8	30 32 0	60 55 19
187	227	1850 I	Juli 23 53145	180 31 37	92 53 28	68 11 21
188	228	1850 II	Octob 19 31561	218 13 14	206 0 5	10 5 8
(163)	229 F	1851 I	April 1 91318	200 11 2	209 31 5	11 21 38
189	230 d'A	1851 II	Juli 8 68015	171 31 0	118 23 18	13 55 12
190	231	1851 III	August 26 21113	87 18 16	223 10 33	38 9 2
191	232	1851 IV	Septemb 30 80309	291 25 0	11 21 31	73 58 37
(96)	233	1852 I	März 11 71143	183 27 23	331 23 42	13 7 50
192	234	1852 II	April 19 59380	77 13 17	317 12 52	131 6 31
(81)	235	1852 III	Septemb 23 73388	223 16 51	215 51 26	12 33 16
(64)	236	1853 IIIb	Septemb 23 06316	223 16 18	215 51 28	12 33 19
193	236	1852 IV	Octob 13 75724	57 3 12	316 10 0	10 55 0
194	237	1853 I	Februar 21 01115	275 50 11	69 31 4	159 11 52
195	238	1853 II	März 9 83277	199 13 0	10 57 37	122 10 57
196	239	1853 III	Septemb 1 71319	170 25 47	110 31 12	61 31 0
197	240	1853 IV	Octob 16 61186	277 50 59	220 5 52	119 0 16
198	241	1854 I	Januar 3 94163	170 56 13	227 2 18	113 53 13
199	242	1854 II	März 24 01972	101 38 15	315 27 32	97 28 18

Be- zeich- nung	Tag der Perihelion- beob. h, g	Entfernung in e	Name des		Dauer der Sichtbarkeit	Nachweis der Bezeichnung
Entdeckers	Bezeichners					
(81)	9 9327097	0 7566060		HUMBOLDT	1845 Nov 28 bis 1846 März 21	A J VI, 131
171	9 813000	0 793068	BROKSEN	BRUNN	Febr 26—April 22	A N IXXI, 39
172	9 8220359	0 96291017	DE VICO	V HILFERT	Febr 20—März 19	A N CXXVII, 245
173	0 136159		DE VICO	VOCII	Juli 29—Oct 18	A N LXXI, 102
174	0 181187	0 7286011	C H F P I I K S	B K P I K I C H	Juni 26—Juli 21	A N CXVII, 251
175	9 8018857	0 9899389	BROKSEN	OUDEMAN	April 30—Juni 15	A N LXXIV, 298
176	9 919128		DE VICO	S O H I I N H I B I	Sept 23—Febr Oct	A N CXXV, 31
177	8 6291110	0 99990915	HIND	HOKKESHI	Febr 6—April 24	A N IXXVII, 303
178	0 1251191		COTTA	F N C S I R O M	März 7—Dec 30	V J S XVII, 296
179	0 2170012	0 9985579	MAUVAIN	L G A U T H K	Juli 4—1848 April 21	A N LXXVI, 80
180	0 1716750		SCHWILZER	SCHUK	Aug 30—Nov 28	A N LXXVIII, 218
181	9 6886618	0 9719298	BROKSEN	GODD	Juli 20—Sept 12	A J I, 145
182	9 5172278	1 0001727	MISS MITCHELL	PAIMIK	Oct 1—Dec 19	Trans Yale Obs J, 4
183	9 5050777		P I I K S I N	B I O S C H O I	Aug 7—25	A N CXVII, 248
(96)	9 5275718	0 8178652	BOND	V A S I I N	Aug 27—Nov 25	M d Petersburg LXXVI, 2
184	9 9821197		P I I K S E N	P I I I K S E N, SONNIAE	1848 Oct 26—49 Jan 26	A N XXIX, 320
185	0 0612120	1 0007079	GOLJON	W I I I K	Apr 15—Sept 22	A N LXXV, 212
186	9 911525	0 997530	SCHWILZER	D'ARRESI	April 11—Aug 26	A N LXX, 116
187	0 0110060	0 998519	P I I K S I N	C A K K I N G I O N	März 1—Oct 16	A N LXXVII, 46
188	9 7525112		BOND	(QUINING, G O I Z I	Aug 29—Nov 13	A N LLI, 241
(163)	0 2301179	0 5518915	C P A T I I S	A M O I T I R	1850 Nov 28 bis 1851 März 4	V J S VII, 96
189	0 0691120	0 6592523	D'ARRESI	I P V I A U	Juni 27—Oct 6	Ann d P r L IV, 21
190	9 9931272	0 9968576	BROKSEN	BROKSEN	Aug 1—Sept 30	A N LXXIII, 242
191	9 1520995		BROKSEN	ANDRIE	Oct 22—Nov 21	A N LXXXI, 57
(96)	9 5263111	0 8176025	VOCII	V A S I I N	Jan 9—März 10	M d Petersburg LXXVI, 2
192	9 9568133		C H A C O R N A C	V A S I I N	März 15—Juni 14	A N XXXI, 43
(81)	9 9318021	0 7559217	S E C C H I	HUMBOLDT	Aug 25—Sept 28	A J VI, 140
(81)	9 9318106	0 7558660	S E C C H I	HUMBOLDT	Sept 15—Sept 28	A J VI, 140
193	0 0968961	0 91903397	W I S I P I A I	W I S I P I A I	Juli 24—1853 Febr 9	A N L, 49
194	0 0382717		S I C C H I	H O R A S I I N	März 6—April 11	A N XXXVIII, 160
195	9 9581172	0 9892973	SCHWILZER	G R U M A K	April 4—Juni 11	A N XLV, 284
196	9 1869110	1 00026085	K I I I K I R E U I S	K R A I I I	Juni 10—1854 Jan 9	A N LXX, 24
197	9 2372363	1 0012289	BRUNN	D'ARRESI	Sept 11—Dec 11	A N XXXVIII, 190
198	0 310618		A S D A L I	R I P A C K I	1853 Nov 25 bis 1854 März 1	A N XLVII, 178
199	9 4425800		D I M I N C I A U X	H O P P E N I I I	März 23—Apr 28	Disg Königsb =1870

Bezeichnung	No nach GAYR II	Jahr	Durchgang durch das Perihel M Zt Paris	Argument des Perihels $\omega$	Langs des aufst Knotens $\Omega$	Neigung $i$
200	243	1851 III	Juni 22 00356	71° 31' 20"	317° 39' 13"	108° 11' 1"
201	244	1851 IV	Octob 27 581706	129 55 39	321 27 12	10 5.3 11
202	245	1851 V	Decemb 15 72173	287 1 11	238 7 85	11 9 15
203	246	1855 I	Februar 5 05381	323 5 59	189 13 33	128 35 11
204	247	1855 II	Mai 30 15396	22 36 28	260 18 53	156 5.3 10
(96)	248 E	1855 III	Juli 1 01121	183 26 56	331 26 16	13 8 5
205	249	1855 IV	Novemb 25 39911	325 31 11	51 33 38	169 18 19
206	250	1857 I	Mai 21 37557	121 31 12	313 9 19	87 56 1
(171)	251 B	1857 II	Mai 29 2522	13 59 48	101 16 27	29 18 16
207	252	1857 III	Juli 17 98076	131 3 17	23 11 31	121 1 1
208	253	1857 IV	August 21 00300	180 57 35	200 49 16	32 16 21
209	254	1857 V	Septemb 30 88611	121 50 10	11 57 48	123 56 39
210	255	1857 VI	Novemb 19 07778	95 5 26	139 18 13	112 11 5
(189)	256 dA	1857 VII	Novemb 28 19138	171 35 58	118 27 16	13 56 6
(102)	257 Tu	1858 I	Februar 23 52586	206 18 9	269 3 3	51 21 21
(131)	258 W	1858 II	Mai 2 01566	162 6 31	113 32 33	10 18 11
211	259	1858 III	Mai 2 97368	25 42 19	175 4 8	19 30 2
212	260	1858 IV	Juni 5 30209	98 52 3	321 58 8	99 57 18
(168)	261 F	1858 V	Septemb 12 87919	200 10 24	209 39 48	11 22 11
213	262	1858 VI	Septemb 29 97097	129 6 41	165 19 13	116 58 11
214	263	1858 VII	Octob 12 83988	155 31 2	159 46 27	158 42 55
(96)	264 E	1858 VIII	Octob 18 87209	183 29 0	334 28 1	13 1 17
215	265	1859	Mai 29 23268	282 0 18	857 20 44	95 28 16
216	266	1860 Ia	Februar 16 63111	209 46 8	324 3 40	79 39 57
216	266	1860 Ib	Februar 16 67621	209 41 50	821 8 19	79 36 12
217	267	1860 II	Mai 5 57201	41 12 88	8 52 32	48 13 6
218	268	1860 III	Juni 16 06750	76 51 56	84 40 32	79 19 25
219	269	1860 IV	Septemb 22 3181	311 57 0	44 51 2	82 11 9
220	270	1861 I	Juni 3 89611	218 26 19	20 55 42	79 45 31
221	271	1861 II	Juni 11 51828	330 6 5	278 58 53	85 26 15
222	272	1861 III	Decemb 7 18002	331 85 4	115 6 2	188 1 1
(96)	273 E	1862 I	Februar 6 25426	188 80 9	834 30 58	13 4 57
223	274	1862 II	Juni 22 03609	27 13 88	320 34 8	172 5 85
224	275	1862 III	August 22 91537	152 45 29	187 27 14	113 81 9
225	276	1862 IV	Decemb 28 18060	230 34 31	855 46 2	137 31 23

Be- zeich- nung	Log der Periheliodist $\log q$	Excentrici- tät $e$	Name des		Datum der Sichtbarkeit	Nachweis der Berechnung
			Entdeckers	Bezeichnung		
200	9 811650		KINKINIKULUS	WINNICKI, PALL	Juni 4—Juli 30	A N XLII, 119
201	9 9023089	0 9921516	KINKINIKULUS	BUSCHENBAUM, STINNIER	Sept 11—Dec 2	A N CILIX, 321
202	0 1327326	0 9863728	WINNICKI	ELKIN	1855 Jan 14 bis April 22	A N XCIV, 78
203	0 3111127	0 965185	SCHWILTZ	ILHII	April 11—Juni 5	A N LII, 38
201	9 753396		DONATI	SCHWILTZ	Juni 3—Juni 30	A N XLII, 200
(96)	9 5279317	0 8177306	MACIAR	V ASTIN	Juli 12—Aug 16	M d Petersb XXVI, 2
205	0 0902561		BRUINS	SCHWILTZ	Nov 12—1856 Jan 3	A N XLIV, 85
206	9 8876917		D'ARRISI	LOIWE	Febr 22—März 2	Wien Ak S B XXXV, 409
(171)	9 7927509	0 8017572	BRUINS	BRUINS	März 18—Juni 22	A N LXXI, 40
207	9 5652963		KINKINIKULUS	KONIG	Juni 22—Juli 19	A N CXXVII, 391
208	9 873228	0 9807711	CIIFFPILIKS	MOITIK	Juli 25—Oct 21	A N XLIX, 363
209	9 750128	0 9989135	KINKINIKULUS	LINSIEK	Aug 20—Oct 3	A N LII, 105
210	0 003889	0 9969918	DONATI	LOIWE	Nov 10—Dec 19	A N L, 119
(189)	0 0651871	0 6598615	VITALI CLAU	SCHWILTZ	Dec 5—1858 Jan 18	A N LXV, 168
(102)	0 0109566	0 8212091	LUIHIE	RAHIS	Jan 4—März 23	A N CXIII, 194
(131)	9 8856985	0 7518575	WINNECKI	V HALKDI	März 8—Juni 22	Wien Ak LVI, 162
211	0 060101	0 673676	LUIHIE	SCHWILTZ	März 2—Juni 1	B A I, 175
212	9 7358072		BRUINS	LOIWE	März 21—Juli 15	A N LI, 124
(163)	0 2289331	0 5557886	BRUINS	MOITIK	Sept 7—Oct 16	V J S VII, 96
213	9 7622801	0 9962933	DONATI	ILHII	Juni 2—1859 März 4	A N LXIV, 185
211	0 151330	0 99568	LUIHIE	WISS	Sept 5—Nov 10	Wunder d II p 1234
(96)	9 5324191	0 8163912	FOURSIER	V ASTIN	Aug 7—Oct 7	M d Petersb XXVI, 2
215	9 303265		TEMPER	HERZSPRUNG	April 2—Juni 30	A N LIII, 152
216	0 078771		LIAIS	PICHIU	Febr 26—März 13	A N LXXXII, 236
216	0 078520		LIAIS	PICHIU	Febr 26—März 13	A N LXXXII, 237
217	0 116161		RUNKEL	GUYDEN	April 17—Juni 11	B d Petersb VI, 363
218	9 1666978			LOIWE	Juni 18—Oct 18	Berl Ak 1867
219	9 83120		TEMPER	KOWALCZYK	Oct 23—Nov 25	A N LXXV, 165
220	9 9641181	0 98316311	THATCHER	V OPOWITZ	April 4—Sept. 6	A N LXII, 187
221	9 9150745	0 9850773	TEMPER	KRIJUL	März 13—1862 Mai 1	Diss Bonn 1880, 146
222	9 9237761		LUIHIE	NOFFNER	Dec 28—1862 Febr 2	A N. LXIX, 106
(96)	9 5314228	0 8167033	FOURSIER	V ASTIN	1861 Oct 4 bis 1862 März 12	M. d Petersb XXVI, 106
223	9 991811		SCHWILTZ	CIRUII	Juli 2—Juli 30	A N CXVIII, 203
224	9 9831626	0 9603525	LUIHIE	ILHII	Juli 18—Oct 27	A N CXXXIII, 112
225	9 901841		REDFORTH	KRAH	Nov 27—1863 Febr 20	A N. LXV, 61

Be- zeich- nung	No nach GAILL II	Jahr	Durchgang durch das Perihel M 71 Paris	Argument des Perihels ω	Länge des außst Knotens Ω	Näigung i
226	277	1863 I	Februar 3 19765	71° 27' 12"	116° 55' 33"	85° 21' 36"
227	278	1863 II	April 19 1081	1 0 0	251 15 35	112 37 14
228	279	1863 III	April 20 87116	5 36 36	250 10 5	85 30 1
229	280	1863 IV	Novemb 9 18589	37 12 50	97 28 36	78 1 18
230	281	1863 V	Decemb 27 76915	115 11 2	301 13 23	61 28 11
231	282	1863 VI	Decemb 29 17 106	78 5 55	105 1 21	83 19 14
232	283	1861 I	Juli 27 81825	116 5 11	171 58 56	135 0 0
233	284	1861 II	August 1 58 310	151 2 50	95 11 32	178 1 30
234	285	1861 III	Octob 11 11150	232 27 26	31 15 21	109 11 18
235	286	1861 IV	Decemb 22 15755	118 27 50	203 13 11	18 52 39
236	287	1861 V	Decemb 27 72616	178 30 16	310 51 22	162 52 34
237	288	1865 I	Januar 11 33180	111 11 6	252 56 27	92 29 32
(96)	289 E	1865 II	Mai 27 93101	183 31 10	331 32 39	13 3 51
238	290	1866 I	Januar 11 11037	170 57 58	231 26 3	162 11 54
(163)	291	1866 II	Februar 13 97996	200 11 19	209 11 50	11 22 9
239	292	1867 I	Januar 20 21 367	357 31 15	78 27 35	18 12 31
240	293 T <sub>1</sub>	1867 II	Mai 23 93097	135 0 36	101 9 6	6 21 39
241	294	1867 III	Novemb 6 96729	118 37 27	61 58 57	96 31 5
(171)	295 B <sub>1</sub>	1868 I	April 17 12866	11 18 6	101 11 3	29 22 26
242	296	1868 II	Juni 26 18275	126 37 21	52 15 22	131 32 14
(98)	297 E	1868 III	Septemb 11 62015	183 39 45	331 31 31	13 6 11
(131)	298 W	1869 I	Juni 29 91976	162 22 9	113 33 9	10 48 20
243	299	1869 II	Octob 9 86011	188 12 38	311 30 7	111 40 7
244	300 T <sub>1</sub> S	1869 III	Novemb 18 81503	106 12 10	296 16 2	5 23 39
245	301	1870 I	Juli 11 08868	198 13 2	111 41 17	121 47 52
246	302	1870 II	Septemb 2 2011072	351 56 57	12 56 19	99 21 1
(189)	303 d'A	1870 III	Septemb 22 68595	172 16 10	116 25 21	15 39 30
247	304	1870 IV	Decemb 19 88258	90 35 47	91 41 43	117 16 25
248	305	1871 I	Juni 10 60635	222 31 23	279 18 36	87 35 56
249	306	1871 II	Juli 27 01091	98 19 58	211 54 14	101 59 29
(102)	307 Tu	1871 III	Decemb 1 80221	206 47 11	269 17 11	51 16 50
250	308	1871 IV	Decemb 20 98751	212 53 17	147 6 12	98 19 32
(96)	309 E	1871 V	Decemb 28 81359	183 38 49	334 31 25	13 7 21
240)	310 T <sub>1</sub>	1873 I	Mai 9 80024	159 19 5	78 43 48	9 45 59
(251)	311 T <sub>1</sub>	1873 II	Juni 25 21431	185 9 10	120 56 39	12 45 21

Be- zeich- nung	Log der Periheliodist $\log q$	Eccentrici- tät $e$	Name des		Dauer der Sichtbarkeit	Nachweis der Berechnung
			Entdeckers	Berechners		
226	9 9002319	0 9999170	BRUHNS	FRIEDMANN	1862 Nov 30 bis 1863 März 12	A N I X, 151
227	0 0286067		KINKINKUIS	FRISCHHAUF	April 11—Nov 15	A N I X II, 343
228	9 7981991	0 9990756	RISPER III	ELERSON	April 12—Juni 1	A N CXLVII, 358
229	9 8191662	0 998985	LEMMIT	SVIDINSKI	Nov 1—18641 bis 9	A N CXLVII, 242
230	9 8873311		KISLER III	VALENTINER	Dec 28—1864 März 1	Diss. Berlin 1869
231	0 1183015	1 0006199	BAIKER	ROSEN	Oct 9—1861 April 15	A N LXXVIII, 159
232	0 7966180		DONATH	KOWALCZYK	Sept 9—Oct 10	A N I XXXIII, 81
233	9 9587029		LEMMIT	KOWALCZYK	Juli 1—Sept 22	A N I XXXV, 161
234	9 9690125		DONATH	v. ASSEN	Juli 25—Dec 23	A N LXXVI, 123
235	9 8569027		BAIKER	KOWALCZYK	Dec 15—1865 Febr 25	A N I XXXIII, 90
236	0 0171352		BRUHNS	VALENTINER	Dec 30—1865 Juni 29	A N I XXXIII, 119
237	5 1123528		ALLOTT	KOHLER	Jan 17—März 2	Diss. Breslau 1897
(96)	9 5326961	0 8163018	BRUHNS	v. ASSEN	Febr 13—Juli 25	M. d. Petersb. XXVI, 106
238	9 9896813	0 9051198	LEMMIT	v. GILLOTTE	1865 Dec 19 bis 1866 Febr 9	A N I XXXIII, 249
(163)	0 2258618	0 5575156	LEMMIT	MOTTET	1865 Aug 22 bis 1866 Juni 13	V J S VII, 97
239	0 1978953	0 5653521	STEPHAN	J. BICKER	Jan 22—April 3	M N II, 469
240	0 1911111	0 509712	LEMMIT	R. GAUJER	April 3—Aug 21	M. d. Genève XXIX, 12
241	9 5199867		BAIKER	BRUCH	Sept 26—Oct 31	A N CXXI, 356
(171)	9 7759989	0 8079728	LEMMIT	SCHUTZ	März 22—Juni 23	A N XCIII, 183
242	9 7623606		WINNICKI	KALINSKI	Juni 13—Juli 17	Annuaire 1885, 214
(96)	9 5222576	0 8191280	WINNICKI	v. ASSEN	Juli 17—Sept 3	M. d. Petersb. XXVI, 106
(131)	9 8929388	0 7519281	WINNICKI	v. HANDEL	April 9—Oct 12	Wien Ak. LVI, 162
243	0 090171		WINNICKI	KOWALCZYK	Oct 11—Nov 12	A N I XXXI, 143
244	0 0265909	0 6580921	LEMMIT	BOSSERT	Nov 27—Dec 31	B A III, 72
245	0 0037585		LEMMIT	SYDNER	Mai 29—Juli 9	Wien Ak. LIXIV
246	0 2592768		CORCIA	SCHONROTH	Aug 28—Dec 23	A N CIII, 402
(189)	0 1072090	0 6350207	WINNICKI	LEVIAT	Aug 31—Dec 20	A N CV, 21
247	9 590212		WINNICKI	SCHUTTER	Nov 23—Nov 30	A N LXXXV, 323
248	9 815777	0 997611	WINNICKI	PORETSCHKA	April 7—Aug 5	A N LXXXIV, 330
249	0 0317711		WINNICKI	N. CAMER	Juni 14—Sept 20	Diss. London 1875
(102)	0 0128807	0 8211096	BOREIV	RAHNS	Oct 12—1872 Jan 30	A N CXIII, 194
250	9 8396727	0 9961266	LEMMIT	LINDHAGEN	Nov 3—1872 Febr 20	A N CXI, 112
(96)	9 5221697	0 8193318	STEPHAN	BACKUND	Sept 18—Dec 10	M. d. Petersb. XXXIV, 8
(240)	0 2182605	0 4626205	STEPHAN	R. GAUJER	April 3—Aug 1	M. d. Genève XXIX, 12
251	0 128110	0 552601		SCHULPOL	Juli 3—Oct 20	Annuaire 1884, 229



Be- zeich- nung	No- nach GALLIL. II	Jahr	Durchgang durch das Perihel M. Zi. Pons	Argument des Perihels $\omega$	Umgang des Knotens $\Omega$	Neigung /
(163)	312 F	1873 III	Juli 18 19315	200° 23' 56"	209° 38' 57"	11° 21' 50"
252	313	1873 IV	Septemb 10 79020	193 17 12	230 35 21	95 58 31
253	314	1873 V	Octob 1 76950	213 15 1	176 13 11	121 28 59
(171)	315 B <sub>1</sub>	1873 VI	Octob 10 18509	11 19 37	101 12 31	29 21 30
251	316	1873 VII	Decemb 1 39613	195 38 50	250 27 2	29 51 51
255	317	1871 I	März 9 91113	269 29 51	30 18 2	58 52 18
256	318	1871 II	März 13 91210	331 11 11	271 6 51	118 21 31
257	319	1871 III	Juli 8 86182	152 21 56	118 11 29	66 21 12
258	320	1871 IV	Juli 17 70598	119 36 12	215 51 5	31 5 20
259	321	1871 V	August 26 85007	92 38 11	251 30 8	11 19 18
260	322	1871 VI	Octob 18 91911	16 17 3	261 57 31	99 12 55
(131)	323 W	1875 I	März 12 10695	165 8 15	111 33 39	11 17 6
(96)	321 L	1875 II	April 12 99118	183 10 13	331 37 0	13 7 20
261	325	1877 I	Januar 19 18511	317 10 10	187 15 2	152 51 38
262	326	1877 II	April 17 66268	63 7 51	316 27 20	121 8 11
263	327	1877 III	April 26 81233	116 16 28	316 1 19	77 10 32
(189)	328 d'A	1877 IV	Mai 10 18610	173 0 30	116 9 16	15 13 13
264	329	1877 V	Juni 27 07676	103 11 19	181 16 55	115 11 31
265	330	1877 VI	Septemb 11 22171	113 13 16	250 59 17	102 13 51
266	331	1878 I	Juli 20 69721	177 31 28	102 15 50	78 10 52
(96)	332 L	1878 II	Juli 26 17398	183 10 18	331 39 13	13 6 37
(251)	333 T <sub>1</sub>	1878 III	Septemb 7 26730	185 7 10	121 0 18	12 16 6
(171)	334 Br	1879 I	März 30 51133	14 55 1	101 19 2	29 23 10
267	335	1879 II	April 27 12900	3 11 23	15 15 10	107 2 3
(240)	336 r <sub>1</sub>	1879 III	Mai 7 12421	159 29 35	78 15 56	9 16 3
268	337	1879 IV	August 29 28521	81 15 11	32 25 33	107 15 2
269	338	1879 V	Octob 4 63621	115 26 39	87 11 10	77 7 50
270	339	1880 I	Januar 27 62502	86 18 7	6 10 29	111 39 12
271	310	1880 II	Juli 1 71612	115 11 57	257 15 3	123 3 12
272	311	1880 III	Septemb 6 91156	323 6 32	15 18 51	111 51 8
(244)	342 T <sub>3</sub> S	1880 IV	Novemb 8 00260	106 12 11	296 51 57	5 23 16
278	343	1880 V	Novemb 9 12137	11 41 26	249 22 82	60 12 11
(168)	314 F	1881 I	Januar 22 67171	201 13 22	209 35 25	11 19 10
274	345	1881 II	Mai 20 14307	173 47 33	126 24 13	77 78 19
275	346	1881 III	Juni 16 41817	351 15 16	270 57 43	63 25 52

Be- zeich- nung	Log der Perihelidist. l <sub>0</sub> , $\varphi$	Excentrici- tät e	Name des		Dauer der Sichtbarkeit	Nachweis der Berechnung
			Entdecker	Berechner		
(169)	0 2259693	0 557,8833	SIEPHAN	MORTIK	Sept 3—Nov 30	A N LXXX, 337
252	0 6998510	0 996171	BOKITTY	R GAUTHIK	Aug 20—Sept 20	A N XCII, 72
253	0 585297		R INNKY	WISS	Aug 23—Dec 17	A N LXXXIII, 50
(171)	0 7736231	0 8088591	SIEPHAN	L JAM	Aug 31—Oct 26	Kiel, Publ VII, 56
251	0 8619197		COCCIA	SCHUIHOF	Nov 10—16	B A III, 131
255	0 619025		WINNICKI	WILLSTEIN	Febr 20—25	A N XCIV, 200
256	0 9173096		WINNICKI	WINZEL	April 11—Juni 17	Wien, Ak S LXXVII
257	0 8298069	0 99882015	COCCIA	V HILFERT	Apr 17—Oct 18	Wien, Ak S LXXXVI
258	0 2273669	0 9628312	COCCIA	HOFMEISCHKE	Aug 19—Nov 14	Wien, Ak S LXXXVI
259	0 9923981	0 9988309	BOKITTY	GRUSS	Juli 25—Oct 20	Wien, Ak S LXXXVIII
260	0 706057		BOKITTY	HOFMEISCHKE	Dec 6—1875 Juni 7	A N XCIV, 190
(131)	0 9185773	0 7109983	BOKITTY	V HARKDIE	Febr 1—16	Wien, Ak D LVI, 162
(96)	0 5223870	0 8191021	HOFDIN	BACKUND	Juni 26—März 17	M d Petersb XXIV, 8
261	0 907111		BOKITTY	PIIRAN	Febr 8—April 3	A N CI, 93
262	0 9777115	0 9987005	WINNICKI	PIIRAN	April 5—Juli 13	Abh pag 45
263	0 0039137	0 9979213	SWIN	POINTELL	April 11—Juni 4	A N CXV, 187
(189)	0 1199556	0 6278091	LIMPIET	LIVRAU	Juli 9—Sept 10	A N CV, 22
261	0 0295666		LIMPIET	GRUSS	Oct 2—14	Wien, Ak S LXXXV
265	0 1975297		COCCIA	FASSIN	Sept 13—Dec 10	A N CXVI, 25
266	0 1136288		SWIN	HÖLZNER	Juli 7—23	A N XCVII, 278
(96)	0 5230691	0 8191513	LIMPIET	BACKUND	Aug 3—Sept 6	M d Petersb XXIV, 8
(251)	0 126998	0 553691	LIMPIET	SCHUIHOF	Juli 19—Dec 21	Annuaire 1884, 229
(171)	0 7707355	0 8098115	LIMPIET	L JAM	Juni 14—März 23	Kiel, Publ VII, 56
267	0 952573		SWIN	KRIMSK	Juni 16—Aug 23	A N CVIII, 102
(210)	0 2182163	0 1625512	LIMPIET	R GAUTHIER	April 24—Juli 8	M d Genève XXIX, 12
268	0 996281		HARWIG	MILTOSWICZ	Aug 24—Sept 18	Mém Spétri Ital XVII, 55
269	0 9951612		A PATISSA	A PATISSA	Aug 21—Oct 22	Wien, Ak S LXXXI
270	0 739178		GOURD	KRIEGER	Febr 4—19	A N CXIV, 73
271	0 2586566		SCHAEFER	J MEYER	April 6—Oct 11	Wien, Ak S LXXXIV
272	0 5197806		HARWIG	MORTON	Sept 29—Nov 30	A N CVI, 121
(214)	0 0282117	0 6571936	SWIN	BOSCHERT	Oct 10—1881 Jan 20	B A III, 72
273	0 819274		PICHOT	BIGOURDAN	Dec 16—1881 März 31	C R XCII, 172
(163)	0 2100818	0 5190171	COMMON	MORTIER	Aug 2—1882 März 30	B A J 1882 [138]
271	0 7716696		SWIN	GRUSS	April 30—März 11	A N CV, 315
275	0 8659875	0 9961327	TRIBUTI	BOSCHERT	Mai 22—1882 Febr 14	C R XCIII, 660

Bezeichnung	No nach GAILL II	Jahr	Durchgang durch die Perihel M Zt Paris	Argument des Perihels $\omega$	Länge des aufst Knotens $\Omega$	Neigung $i$
276	317	1881 IV	August 22 31218	122° 7' 19"	97° 2' 37"	110° 13' 51'
277	348	1881 V	Septemb 13 31192	312 30 52	65 56 56	6 51 1
278	319	1881 VI	Septemb 11 37193	6 18 10	271 9 51	112 48 17
(96)	350 E	1881 VII	Novemb 15 30270	183 55 12	131 31 28	12 53 7
279	351	1881 VIII	Novemb 19 77791	118 0 37	181 25 19	111 50 16
280	352	1882 I	Juni 10 53612	208 59 38	201 56 27	73 18 39
281	353	1882 II	Septemb 17 23051	69 31 35	316 0 13	111 59 15
282	351	1882 III	Novemb 12 99363	251 18 15	219 7 11	96 9 2
283	355	1883 I	Februar 18 91856	110 53 22	278 8 36	78 1 5
284	356	1883 II	Decemb 25 3092	138 39 2	261 25 11	111 59 9
(121)	357 P Bs	1881 I	Januar 25 72355	199 11 33	251 5 12	71 2 36
285	358	1881 II	August 16 18583	301 1 59	5 8 59	5 27 38
286	359 Wo	1881 III	Novemb 17 79370	172 12 31	206 18 31	25 15 11
(96)	360 E	1885 I	März 7 61113	183 55 19	331 36 56	12 51 1
287	361	1885 II	August 5 51391	178 27 1	92 17 10	80 39 26
288	363	1885 III	August 10 11130	13 25 52	201 29 7	59 20 19
(102)	363 Tu	1885 IV	Septemb 11 11915	206 16 57	369 12 1	51 10 15
289	364	1885 V	Novemb 25 53112	15 38 13	262 13 21	12 26 32
290	365	1886 I	April 5 96890	126 35 26	36 22 39	82 37 17
291	366	1886 II	Mai 3 29332	119 36 29	68 19 10	84 26 5
292	367	1886 III	Mai 4 45145	38 33 33	287 15 33	100 12 7
293	368	1886 IV	Juni 6 69108	176 17 55	53 28 57	12 43 26
294	369	1886 V	Juni 7 39519	201 13 21	192 42 6	87 44 23
(131)	370 W	1886 VI	Septemb 1 30181	172 2 7	101 7 30	14 31 40
295	371 K	1886 VII	Novemb 22 89161	315 5 35	52 28 51	8 1 41
296	372	1886 VIII	Novemb 28 38161	81 53 16	258 11 58	85 35 18
297	373	1886 IX	Decemb 16 50819	86 20 18	137 22 34	101 37 34
298	374	1887 I	Januar 11 34121	65 22 2	899 88 1	137 37 3
299	375	1887 II	März 17 37426	159 25 19	279 55 56	104 16 18
300	376	1887 III	Mai 28 48115	86 81 36	135 27 4	189 47 26
301	377	1887 IV	Juni 16 66988	15 8 8	245 13 22	17 33 9
(127)	378 O	1887 V	Octob 8 48531	65 20 11	84 32 20	44 34 16
302	379	1888 I	März 17 00832	359 55 81	245 22 56	42 15 10
(96)	380 E	1888 II	Juni 27 99670	183 57 5	334 88 51	12 58 6
303	381	1888 III	Juli 31 14287	59 12 8	101 29 51	74 11 41

Be- reich- nung	Log der Perihelium- log q	Excentrici- tät e	Name des		Datum der Sichtbarkeit	Nachweis der Berechnung
			Entdeckung	Berechnung		
276	9 8017757		SCHAEHLE	SCHAEHLE	Juli 14—Oct 21	A N CVIII, 437
277	9 860503	0 828377	DIENING	MAIHEIM	Oct 4—Nov 24	Kaisruhe, Publ III, 179
278	9 6521399		BAKNAK	MILIOSWICH	Sept 17—Oct 27	A N CII, 269
(96)	9 5357273	0 8151996	WINNICK	BACKUND	Aug 20—Nov 11	M d Petersb XXXIV, 8
279	0 2839578	0 973131	SWILL	OLSON	Nov 16—1882 Jan 12	A N CXIV, 205
280	8 7836376	0 99999151	WITTE	V RIMBU- PASCHWITZ	März 17—Aug 16	Kaisruhe, Publ III
281	7 8889895	0 9999730		KRIEGER	Sept 1—1883 Juni 1	Kiel, Publ VI, 51
282	9 9802277	0 9992287	BARNARD	WOLVENWIC	Sept 13—Dec 8	A N CIV, 219
283	9 8807707	0 9990853	BROOKS	WINDIT	Febr 23—April 24	Sid Mcs V, 92
284	9 49094		ROSS	II OPTENHEIM	1884 Jan 7—Feb 19	A N XVII, 276
(121)	9 8897090	0 9519960	BROOKS	SCHULHOFF, BOSCHER	1883 Sept 1 bis 1884 Jan 2	A N CVIII, 16
285	0 1071271	0 5812139	BARNARD	BRANDRICH	Juli 16—Nov 20	A N CXXIII, 189
286	0 1961155	0 5609166	WOLF	THIRAN	Sept 17—1885 April 6	A N CXXVIII, 421
(96)	9 5311196	0 8157761	LIMPIE	BACKUND	1884 Dec 13 bis 1885 April 22	M d Petersb XXXIV, 8
287	0 3992904	1 0028519	BARNARD	BRANDRICH	Juli 7—Sept 3	A N CXXIII, 405
288	9 877815		BROOKS	GATTIN- MULLER	Aug 31—Oct 5	A N CXXX, 364
(102)	0 0106087	0 8215136	PIRROIN	RAHIN	Aug 8—Sept 16	A N CXIII, 206
289	0 0381638		BROOKS	II AKINBERG	Dec 26 1886 Mr 1	A N CXXI, 366
290	9 807767		FABRY	SVEDSIRUP	1885 Dec 1 bis 1886 Juli 30	A N CXIV, 157
291	9 6805802	1 00022860	BARNARD	THIRAN	1885 Dec 3 bis 1886 Juli 26	A N CXXXII, 283
292	9 925294		BROOKS	CHORIA	April 30—Juni 3	A N CXVII, 10
293	0 128107	0 5787392	BROOKS	S OPPENHEIM	Mai 22—Juli 3	A N CXXVIII, 302
294	9 481999		BROOKS	KRUGER	April 27—Juli 30	A N CXIV, 332
(181)	0 0471854	0 7261780	PINTAY	V HARVIT	Aug 19—Nov 29	Wien, Ak D LVI, 162
295	9 9989350	0 7178652	PINTAY	SCHULHOFF	Sept 26 1887 Apr.	A N CXXXIII, 51
296	0 170274		BARNARD	LEBIRI	1887 Jan 23 bis Mai 22	A J VII, 87
297	9 8217257	1 0003821	BARNARD	BUSCHBAUM	Oct 4—1887 Juni 16	Disse Göttingen 1889, 43
298	7 73914		THOMAS	II OPPENHEIM	Jan 18—Jan 29	A N CXXI, 341
299	0 212202	0 9816095	BROOKS	STACHRI	Jan 22—April 23	A C CXIX, 334
300	0 0028251	1 0001192	BARNARD	II INRIUS	Febr 16—April 10	A N CXXVIII, 167
301	0 1442046	0 9960879	BARNARD	I MUTTER	Mai 12—Aug 11	A J VIII, 56
(127)	0 0788620	9 9311297	BROOKS	GINATI	Aug 24—1888 Juli 5	Berl R J Publ 3, 33
302	9 8418367	0 9958467	SAWBRILL	TENNANT	Febr 18—Sept 7	M N XLIX, 285
(96)	9 5854100	0 8454694	TENNANT	BACKUND	Juli 8—Aug 25	A N CXIX, 173
308	9 9558154	0 9990079	BROOKS	MILLOSEWICH	Aug 7—Oct. 30	A N CXXXIII, 111

Be- reich- nung	No nach GALILEI II	Jahr	Durchgang durch das Perihel M Zt Paris	Argument des Perihels $\omega$	Länge des aufst Knotens $\Omega$	Neigung °
(168)	382 F	1888 IV	August 19 91	201° 13' 22"	209° 35' 25"	11° 19' 10"
304	383	1888 V	Septemb 12 7776	290 46 57	187 31 48	56 20 51
305	384	1889 I	Januar 31 17837	310 27 40	357 25 15	166 22 13
306	385	1889 II	Juni 10 77911	236 5 5	310 42 86	163 50 31
307	386	1889 III	Juni 20 75088	60 8 5	270 58 4	31 12 50
308	387	1889 IV	Juli 19 28009	815 51 58	286 9 17	65 58 41
309	388	1889 V	Septemb 30 83971	343 35 51	17 59 4	6 1 7
310	389	1889 VI	Novemb 29 54151	69 39 0	330 36 2	10 11 54
311	390	1890 I	Januar 26 187076	109 51 40	8 28 6	56 41 15
312	391	1890 II	Juni 1 51801	68 56 11	320 20 41	120 33 28
313	392	1890 III	Juli 8 54656	85 39 37	14 18 25	63 20 4
314	393	1890 IV	August 6 88918	331 15 4	85 22 5	151 18 27
(189)	394 d'A	1890 V	Septemb 17 49816	172 58 2	116 16 32	15 12 41
315	395	1890 VI	Septemb 21 51158	163 2 18	100 7 13	98 56 80
316	396	1890 VII	Octob 26 12523	18 5 42	45 8 8	12 51 80
317	397	1891 I	April 27 5485	178 55 41	198 55 10	120 31 28
(286)	398 W <sub>0</sub>	1891 II	Septemb 8 43805	172 48 26	206 22 17	25 11 34
(96)	399 E	1891 III	Octob 17 98599	183 57 20	331 41 27	12 51 58
318	400	1891 IV	Novemb 12 9120	268 83 1	217 38 58	77 42 84
(244)	401 T <sub>3</sub> S	1891 V	Novemb 14 95835	106 48 1	296 31 15	5 28 14
319	402	1892 I	April 6 65953	24 31 11	240 51 15	38 42 21
320	403	1892 II	Mai 11 281219	129 19 51	258 25 51	89 41 54
321	404	1892 III	Juni 18 485531	14 22 21	331 88 17	20 47 10
(181)	405 W	1892 IV	Juni 30 89430	172 6 27	101 4 87	14 31 84
322	406	1892 V	Decemb 11 13512	170 19 6	206 42 29	31 10 80
323	407	1892 VI	Decemb 28 1014	252 42 85	261 29 82	21 47 47
324	408	1893 I	Januar 6 50236	85 13 19	185 88 28	143 51 49
325	409	1893 II	Juli 7 27794	47 7 46	337 21 24	159 58 2
(295)	410 F <sub>1</sub>	1893 III	Juli 12 18195	315 31 51	52 27 43	3 2 2
326	411	1893 IV	Septemb 19 2288	317 27 7	174 55 12	129 50 14
327	412	1894 I	Februar 9 58072	46 15 54	81 21 51	5 31 47
328	413	1894 II	April 18 5210	824 17 17	206 20 59	87 3 52
(251)	414 T <sub>3</sub>	1894 III	April 23 2493	185 4 55	121 10 5	12 44 22
329	415	1894 IV	Octob 12 19466	296 31 35	48 44 87	2 57 54
(96)	416	1895 I	Februar 4 7898	188 57 28	334 44 51	12 54 24

Be- zeich- nung	Log der Perihelidist log q	Eccen- trici- tät e	Name des		Dauer der Sichtbarkeit	Nachweis der Berechnung
			Entdeckt	Berechnet		
(163)	0 2100818	0 5190171	PERRON	MULLER	Aug 9—1889 Juli 7	A N CXX, 77
301	0 183996	0 991113	BARNARD	STARTI	Oct 30 1889 März 2	A J VIII, 181
305	0 2588515	1 0010863	BARNARD	BIRCHFIELD	1888 Sept 2 bis 1891 Mai 1	A N CXXIII, 280
306	0 3532083	0 9995208	BARNARD	MILIOSEWICH	März 31—1890 Aug 24	A N CXXV, 319
307	0 012338	0 956665	BARNARD	BIRCHFIELD	Juni 23—Aug 6	A N CXXIII, 77
308	0 016890	0 996501	DAVIDSON	BIRCHFIELD	Juli 19—Nov 21	A N CXXIV, 147
309	0 2899080	0 1707799	BROOKS	BAUSCHING	Juli 6—1891 Jan 13	Münch Ann III, 38
310	0 1315170	0 6758167	SWIFT	HIND	Nov 16—1890 Jan 21	C R CXIII, 184
311	0 1309823		BORRIS	RADTKE	1889 Dec 12 bis 1890 Jan 16	A N CILII, 65
312	0 280171	1 00037259	BROOKS	BIRCHFIELD	März 19 1892 Feb 4	A N CXXVIII, 201
313	0 8831069		LOGGIA	EBERHARD	Juli 18—Aug 13	A N CXXXII, 105
314	0 311053	0 995872	ZONA	VLEMMER	Nov 15—1891 Jan 13	A N CIL, 239
(189)	0 1219017	0 6271251	BARNARD	IVY	Oct 6—Dec 13	A N CXXIV, 115
315	0 100118	0 9991512	DENNING	BOBRINSKY	Juli 23—Nov 7	A N CXXXIV, 245
316	0 2595701	0 1727155	SPILLER	LINNAE	Nov 16 1891 Febr 4	M N LI, 30
317	0 598826		BARNARD	BIRCHFIELD	März 29—Juli 9	A J X, 191
(286)	0 2021579	0 5571859	SPILLER	THIRAN	März 1—1892 März 31	A N CXXXVIII, 422
(90)	0 5820821	0 8161737	BARNARD	BACKUND	Aug 1—Octob 12	A N CXXXVII, 428
318	0 988888		BARNARD	FRIEDRICH	Octob 2—Dec 6	A N CXXXVIII, 439
(244)	0 036071	0 6527024	BARNARD	BOESCH	Sept 27—1892 Jan 21	A N CXXXVII, 271
319	0 011409	0 998613	SWIFT	BIRCHFIELD	März 6—1893 Febr 16	A N CXXX, 215
320	0 2916197	1 000315	DENNING	SCHNEIDER	März 18—1893 Jan 20	A N CILV, 247
321	0 8807680	0 1091581	HOLMES	KOPP SCHNEIDER	Nov 6—1893 April 6	Diss Kiel 1896, A N CILII, 241
(131)	0 9177053	0 7259008	SPILLER	WILHELM	März 18—Oct 20	A N CXXXIX, 169
322	0 1546261	0 5781439	BARNARD	PORIER	Oct 12—Nov 22	A J XIII, 186
323	0 989820		BROOKS	HOPKINS	Aug 28—1893 Juli 18	A N CXXXI, 175
324	0 0774075		BROOKS	LEAH, PORIER	1892 Nov 19 bis 1893 Juni	A J XIII, 55
325	0 829018	0 9991621	SUPRA	KROMM	Juni 19—Dec 20	V J S XXX, 130
(295)	0 9952568	0 7195062	FINLAY	SCHNEIDER	Mai 17—Sept 21	B A XVI, 402
326	0 909558	0 996489	BROOKS	PEYRA	Oct 16—1894 Jan 26	A N CXXXVII, 273
327	0 059076	0 6983156	DENNING	SCHNEIDER	März 26—Juni 5	A N CXXXVII, 191
328	0 992741		GALT	KOPP- SCHNEIDER	April 1—Juli 31	A N CXXXV, 263
(251)	0 130580	0 5510772	FINLAY	SCHNEIDER	Mai 8—Ende Juli	B A XI, 254
329	0 145042	0 5684393	SWIFT	CHANDLER	Nov 20—1895 Jan 29	A J XV, 10
(96)	0 582870	0 8462206	PERRON	BACKUND	1894 Oct 31 bis 1895 Jan. 25	A N CXXXVI, 379

Bezeichnung	No nach GALLI II	Jahr	Durchgang durch das Perihel M Zt Paris	Argument des Perihels $\omega$	Länge des Laufes Knotens $\Omega$	Neigung $i$
330	417	1895 II	August 20 65108	167° 47' 8"	170° 16' 17'	2° 59' 25'
331	418	1895 III	Octob 4 059166	298 16 8	83 5 1	76 14 45
332	419	1895 IV	Decemb 18 33319	272 40 23	320 30 48	111 36 39
333	420	1896 I	Januar 31 76360	358 20 15	208 50 25	155 11 49
(168)	421 k	1896 II	März 19 27	201 13 22	209 85 25	11 19 40
334	422	1896 III	April 17 6538079	1 44 24	178 14 51	55 31 25
335	423	1896 IV	Juli 10 95068	11 2 8	151 2 1	88 25 36
336	424	1896 V	Octob 27 78528	110 23 17	193 16 10	11 23 7
(309)	425 Bs	1896 VI	Novemb 4 15328	313 47 85	18 1 8	6 3 84
337	426	1896 VII	Novemb 24 63199	63 54 2	216 37 12	133 40 17
338	427	1897 I	Februar 8 08808	172 17 89	86 28 31	146 8 44
(189)	428 d'A	1897 II	März 21 70528	173 4 12	116 21 19	15 43 80
339	429	1897 III	Decemb 8 649077	65 58 58	32 3 9	69 35 58
340	430	1898 I	März 17 12541	47 18 20	262 26 4	72 31 56
(131)	431 W	1898 II	März 20 89819	173 21 10	100 51 46	13 59 84
(96)	432 E	1898 III	Mai 26 80928	183 58 57	331 46 43	12 54 87
(286)	433 Wo	1898 IV	Juli 4 56928	172 52 35	206 29 4	25 12 10
341	434	1898 V	Juli 25 51074	22 24 35	278 17 10	166 51 1
342	435	1898 VI	August 16 20628	205 36 24	259 6 12	70 1 87
343	436	1898 VII	Septemb 11 050699	238 15 19	74 0 58	69 56 0
344	437	1898 VIII	Septemb 20 08029	4 35 82	95 51 25	22 30 27
345	438	1898 IX	Octob 20 54714	162 20 25	84 53 52	28 51 1
346	439	1898 X	Novemb 23 15918	128 32 0	96 18 23	140 20 54
347	440	1899 I	April 12 981212	8 41 56	21 59 18	146 15 28
(321)	441 Ho	1899 II	April 28 06138	11 1 21	331 48 32	20 48 10
(102)	442 Tu	1899 III	Mai 4 47138	206 39 9	269 49 51	54 29 16
(251)	443 T <sub>2</sub>	1899 IV	Juli 28 51428	185 36 20	120 57 56	12 38 58

Be- reich- nung	Log der Perihelidist $\log q$	Excentrici- tät $e$	Name des		Dauer der Sichtbarkeit	Nachweis der Berechnung
			Entdeckers	Berechners		
330	0 112686	0 647712	SWIFT	BARBERICHI	Aug 20—1896 Febr 5	A N CXXXVIII, 367
331	9 9258452		BROOKS	WASSNILL	Nov 21—Dec 20	A N CILIII, 229
382	9 283259		PERRINE	ALLAIN	Nov 16—1896 Aug 9	A J XVI, 111
388	9 768889		PERRINE	BUCHHOLZ	Febr 14—Apr 16	A N CIL, 335
(168)	0 2100848	0 5490171	JAVILLIÉ	MOTTE	1895 Sept 26 bis 1896 Jan 15	B A J 1882
331	9 7530356	1 0001757	SWIFT	ALLAIN	Apr 13—Juni 20	A N CILVIII, 337
335	0 057858		SPERRA	LAMP	Aug 31—Oct 8	A N CILJ, 357
336	0 163746	0 5962162	GIACOBINI	GIACOBINI	Sept 4—1897 Juni 4	V J S XXXII, 62
(309)	0 292102	0 4691344	BROOKS	JAVILLIÉ	Juni 20—1897 Febr 25	Ven Berl R I 8
337	0 045414	0 6792812	PERRINE	OSIRIS	Dec 8 bis 1897 März 3	A N CILV, 349
338	0 026336		PERRINE	MOLIER	1896 Nov 2 bis 1897 Mai 5	Astr Abh A N No 2
(189)	0 120979	0 6278078	PERRINI	LEVIAU	Juni 28—Oct 3	B A. XIV, 30
389	0 182477		PERRINI	WISSIT	Oct 16—Nov 27	A N CLI, 209
340	0 039159	0 954818	PERRINE	CURIER	März 19—Nov. 15	A J XIX, 195
(131)	9 965727	0 714763	PERRINE	CHIANDIER	Jan 1—Febr 28	A J XVIII, 127
(96)	9 532854	0 8463863	TRUBOVI	IWANOW	Juni 11—Juli 10	A N CILVI, 159
(286)	0 204943	0 5553371	HUSSEY	THIRAN	Juni 16—1899 März 10	A N CILVI, 11
341	0 176460		GIACOBINI	SICHIENOTII	Juni 18—Aug 16	A N CILVII, 123
342	9 796950		PERRINE	PERRINI	Juni 14—Aug 10	A J XIX, 95
343	0 280859	1 0010336	CODDINGTON	MERLIN D	Juni 11—1899 Dec 7	A N CLIV, 229
344	0 858758		CHARRÉ	SPRAGN	Nov 14—1899 Juni 26	A J XX, 98
345	9 623740		PERRINE	BREBERICHI	Sept 12—Oct 9	A. N CILVII, 333
346	9 878585		BROOKS	POKROWSKI, SCHARF	Oct 20—Nov 26	A N CILIX, 127
347	9 518974	1 0003945	SWIFT	MERLIN D	März 3—Aug 10	A N CLI, 23
(821)	0 827992	0 4113460	PERRINE	ZWIFERS	Juni 10—Nov 6	A N CL, 341
(102)	0 008280	0 8217125	WOLF	RAHFS	März 5—Juli 10	A N CILVIII, 389
(251)	0 142555	0 5421104	PERRINI	SCHOFHOE	Mai 6—Nov 22	A. N CILIX, 375





# Tafel VII.

## Bahnelemente der Planeten

---

Bei den Elementen der kleinen Planeten pag 324—347 bedürfen nur die Columnen 2, 3 ( $m_0, g$ ) der Erklärung, da die übrigen nach dem Text und den einschlägigen Artikeln nicht misszuverstehen sind

Es bedeutet  $m_0$  die mittlere Grösse, d. h. die, welche der Planet in seiner mittleren Entfernung  $a$  von der Sonne und der gleichzeitigen Entfernung  $a - 1$  von der Erde haben würde, ferner ist  $g$  eine Grösse, welche aus  $m_0$  nach der Formel

$$g = m_0 - 5 \log a (a - 1)$$

berechnet ist und die dazu dient, für einen beliebigen geocentrischen Ort des Planeten seine Grössenklasse  $M$  zu berechnen. Ist dann  $\Delta$  die Entfernung des Planeten von der Erde,  $r$  seine Entfernung von der Sonne, so ist seine Grösse

$$M = g + 5 (\log \Delta + \log r)$$

Die Elemente sind dem Berliner Astron. Jahrbuch für 1903 bezw. den Veröffentlichungen des Berliner Recheninstituts entnommen. Diejenigen kleinen Planeten, deren Beobachtungen nur zur Berechnung einer Kreisbahn ausreichten, — etwa 20 — sind nicht berücksichtigt worden. Das Zeichen < in der letzten Columnne bedeutet, dass der Planet in mehr als 10 Oppositionen beobachtet worden ist.

Nummer und Name	№	S	Epoche und Osculation	Mittl Aeq	M	ω	Ω
1 Ceres	74	40	1901 Nov 40	d Ep	258° 10' 8" 0	70° 8' 55" 6	80° 40' 14" 7
2 Pallas	80	45	1901 Aug 210	d Ep	288 38 18 1	809 14 44 8	172 49 47 5
3 Juno	87	55	1900 Octob 10	d Ep	880 58 54 7	244 44 12 5	170 44 28 0
4 Vesta	65	40	1901 Jan 200	d Ep	246 82 47 4	148 81 47 7	103 81 50 8
5 Astraea	99	69	1898 Sept 110	1900 0	224 4 12	358 27 42 1	141 81 20 0
6 Hebe	85	58	1900 Juli 80	1900 0	281 20 20 1	286 56 20 0	138 39 42 4
7 Iris	84	58	1900 Jan 00	1900 0	9 5 20 1	141 31 26 9	260 38 44 8
8 Flora	89	68	1848 Jan 10	d Ep	85 52 49 3	282 88 15 6	110 17 16 7
9 Metis	89	63	1858 Juni 300	d Ep	57 4 31 7	2 82 16 9	68 31 85 2
10 Hygiea	95	54	1898 Dec 200	1900 0	291 20 17 9	808 58 5 7	285 48 45 5
11 Parthenope	93	65	1901 Octob 260	1901 0	65 58 42 7	193 25 15 7	125 16 88 9
12 Victoria	97	72	1851 Jan 00	d Ep	66 2 89 9	66 4 48 8	235 84 41 7
13 Egeria	97	67	1850 Jan 00	d Ep	210 46 34 8	76 58 28 7	43 11 34 5
14 Irene	97	66	1898 Octob 10	1900 0	180 47 34 9	92 8 15 9	86 57 12 9
15 Eunomia	86	54	1854 Jan 00	d Ep	122 5 31 5	98 59 46 0	298 52 14 5
16 Psyche	96	59	1899 Juli 270	1900 0	301 1 88 0	226 3 22 5	150 81 87 1
17 Thetis	101	78	1902 Jan 140	1900 0	224 16 11 8	187 46 46 4	125 11 28 9
18 Melpomene	93	69	1854 Jan 00	d Ep	80 4 37 0	225 1 41 8	150 8 49 7
19 Fortuna	98	71	1901 Juni 80	1900 0	239 23 5 6	179 85 37 5	211 14 82 1
20 Massalia	92	65	1899 März 290	1900 0	76 24 22 5	258 50 89 9	206 87 45 2
21 Lutetia	101	74	1853 Jan 20	d Ep	74 20 5 1	246 86 10 2	80 27 48 5
22 Kalliope	98	61	1898 Octob 10	1900 0	96 31 37 0	351 56 41 4	66 88 27 0
23 Thalia	105	78	1900 Jan 80	1900 0	337 2 2 1	55 59 46 7	67 50 20 9
24 Themis	108	67	1897 Dec 250	1900 0	40 55 3 7	106 58 44 6	35 39 6 4
25 Phocaea	105	79	1898 Aug. 20	1900 0	7 21 33 6	88 49 31 0	214 13 50 6
26 Proserpina	105	78	1853 Juni 110	d Ep.	851 5 55 6	190 80 15 7	45 54 59 8
27 Euterpe	97	72	1873 Jan 50	1870 0	90 32 27 0	354 8 60	98 51 20 1
28 Bellona	101	66	1898 Sept 110	1900 0	258 21 43 7	338 30 59 1	144 48 16 1
29 Amphitrite	90	61	1855 Jan 00	1870 0	198 1 40 2	59 42 14 8	356 40 40 5
30 Urania	99	74	1890 Juni 50	1900 0	289 51 48 5	88 48 10 7	308 15 7 4
31 Euphrosyne	110	68	1899 Octob 150	1900 0	327 7 12 8	60 28 87 9	81 45 6 4
32 Pomona	106	75	1855 Jan 00	d Ep	228 54 39 8	332 88 58 4	220 42 55 2
33 Polyhymnia	118	82	1900 Jan 00	1900 0	187 40 57 3	334 10 42 4	9 7 40 5
34 Circe	115	82	1897 Dec 50	1900 0	288 24 37 6	826 54 59 7	184 49 41 0
35 Leucothea	122	88	1898 Sept 110	1900 0	127 21 38 2	205 22 19 6	855 47 28 7
36 Atalante	120	86	1899 Mai 80	1900 0	179 27 12 1	44 26 45 4	859 6 46 8
37 Fides	104	72	1900 März 50	1900 0	78 87 55 9	58 50 12 4	8 7 10 9
38 Leda	114	80	1897 Febr 80	1900 0	81 52 82 7	166 10 52 1	296 29 4 4
39 Laetitia	95	60	1897 Jan 190	1900 0	111 43 50 9	205 28 8 2	157 24 58 4
40 Harmonia	92	69	1863 Jan 00	d Ep	186 48 19 4	267 19 12 8	98 84 54 2

No	s	φ	μ	log α	Berechnen	Jahr d Entd	Zahl der beob Off
1	10° 37' 20" 7	4° 30' 18" 5	771" 1336	0 1119180	GODWARD	1801	< 10
2	81 41 24 6	13 45 49 5	769 0198	0 1427127	FANJAY	1802	< 10
8	18 1 35 7	11 54 11 1	813 8326	0 1263113	HIND	1801	< 10
4	7 8 18 6	5 7 11 3	977 7086	0 3731803	FAKIPY	1807	< 10
5	5 20 7 2	11 1 8 5	858 1895	0 1109489	FARILY	1815	< 10
6	14 48 3 2	11 35 3 1	939 1860	0 9818366	R LUINER	1847	< 10
7	5 28 1 2	13 20 50 2	962 5828	0 3777123	RIIM	1847	< 10
8	5 53 7 8	9 0 51 1	1086 3382	0 3126913	DOWNING	1817	< 10
9	5 36 0 3	7 5 2 4	962 3390	0 3777857	LLSSER	1848	< 10
10	3 48 49 8	6 53 27 8	639 1660	0 4962621	E BICALR	1819	< 10
11	4 87 51 2	5 41 1 0	923 9058	0 3895859	R LUTHFR	1850	< 10
12	8 23 17 7	12 38 44 9	991 8347	0 3681389	BRUNNOW	1850	< 10
13	16 32 24 6	4 59 47 3	857 9151	0 4110315	HANSEN	1850	< 10
14	9 7 32 2	9 20 51 3	851 4287	0 4182389	MAYWALD	1851	< 10
15	11 44 17 4	10 47 32 2	825 4550	0 4222090	SCHUBLERI	1851	< 10
16	8 4 80 2	7 50 18 3	710 5551	0 4656058	SCHUBERI	1852	< 10
17	5 86 88 9	7 33 40 2	912 6523	0 3931342	MAYWALD	1852	< 10
18	10 9 16 9	12 34 20 2	1020 1198	0 3609032	SCHUBERI	1852	< 10
19	1 33 1 6	9 6 40 0	929 1534	0 3879461	BIRDERICH	1852	< 10
20	0 41 11 9	8 17 46 2	949 0005	0 3818268	KÜSTNER	1852	< 10
21	8 5 9 5	9 19 44 6	938 5544	0 3865780	LLSSER	1852	< 10
22	18 48 36 7	5 88 84 5	714 1288	0 4610317	BERBRICH	1852	< 10
23	10 18 2 0	18 32 59 4	888 5369	0 4193879	SCHUBERI	1852	< 10
24	0 48 8 1	7 50 15 8	640 5990	0 4956188	KRUGER	1853	< 10
25	21 86 44 5	14 39 21 4	954 0092	0 8802754	BERDLICH	1853	< 10
26	3 85 47 7	5 0 87 8	819 6847	0 4243399	HOEK	1853	< 10
27	1 35 80 4	10 0 56 0	986 6944	0 8705498	HOPE	1853	< 10
28	9 21 37 4	8 88 54 6	705 9782	0 4438601	V D GROBBEN	1854	< 10
29	6 7 4 6	4 15 25 8	869 0852	0 4073128	E BICKER	1854	< 10
30	2 5 59 5	7 21 5 1	975 8144	0 3789080	GÜNTHER	1854	< 10
31	26 28 8 3	12 52 34 7	685 0808	0 4981187	SCHUBERI	1854	< 10
32	5 28 49 9	4 45 43 1	852 5880	0 1128149	LLSSER	1854	< 10
33	1 55 15 8	19 41 13 8	781 7057	0 1571134	NEWCOMB	1854	< 10
34	5 27 26 3	6 4 35 9	805 6011	0 4292575	AUWERS	1855	< 10
35	8 11 44 8	12 42 86 2	688 6866	0 4767663	TILJAN	1855	< 10
36	18 89 39 3	17 26 19 0	777 3458	0 4895950	SCHUBERT	1855	< 10
37	8 6 14 1	10 15 7 8	826 9450	0 4216867	R LUINER	1855	< 10
38	6 57 52 6	8 53 45 4	781 8518	0 4879215	BERBRICH	1856	9
39	10 22 11 4	6 23 16 8	769 6407	0 4424791	TILJAN	1856	< 10
40	4 15 48 4	2 40 13 6	1089 3353	0 3555000	SCHUBERT	1856	< 10

Nummer und Name	$m_0$	$g$	Epoche und Osculation	Mittl. Aeq.	$M$	$\omega$	$\Omega$
41 Daphne	105	70	1896 Dec 30 0	1900 0	278° 7' 19" 8	11° 56' 43" 2	178° 54' 57" 1
42 Isis	104	77	1901 Marz 20 0	1900 0	220 37 25 1	231 12 19 6	8-1 21 28 1
43 Arradne	100	79	1897 Octob 6 0	1900 0	80 15 48 1	13 59 41 2	26-1 44 16 3
44 Nyx	98	71	1891 April 1 0	1900 0	101 29 32 1	310 32 15 8	131 15 10 2
45 Eugenia	107	73	1890 Nov 12 0	1900 0	180 7 31 7	82 42 47 8	148 7 49 1
46 Ilestia	106	77	1901 Juni 28 0	1900 0	303 19 9 3	172 38 50 4	181 22 41 9
47 Aglaja	112	75	1898 Dec 20 0	1900 0	193 12 16 1	310 0 51 6	1 3 11 5
48 Doris	109	68	1890 Sept 13 0	1900 0	277 3 7 4	251 36 35 0	18-1 12 28 7
49 Palas	110	70	1898 Marz 15 0	1900 0	133 1 8 6	101 18 44 6	280 40 10 8
50 Virginia	117	85	1890 April 6 0	1900 0	193 9 42 2	196 47 34 5	173 47 10 2
51 Nemusa	98	73	1889 Nov 17 0	1900 0	254 26 43 1	358 30 23 3	175 52 45 4
52 Eunopi	108	62	1891 April 1 0	1900 0	65 39 33 0	335 58 38 7	129 49 21 9
53 Kalypso	115	81	1898 Sept 11 0	1900 0	262 39 8 8	309 50 4 2	1-13 51 57 8
54 Alexandra	109	76	1884 Aug 15 0	1900 0	316 55 13 5	311 53 51 5	313 53 45 7
55 Pandora	108	74	1885 Jun 22 0	1900 0	263 33 12 6	0 46 45 4	11 5 29 9
56 Melete	113	82	1900 Dec 30 0	1901 0	157 16 2 5	101 6 10 5	194 3 10 4
57 Mnemosyne	107	65	1897 Juni 28 0	1900 0	231 1 17 6	210 8 12 7	200 1 13 4
58 Concordia	116	88	1865 Jan 7 0	d Ep	21 21 4 2	27 50 14 7	161 19 50 8
59 Elpis	109	76	1865 Jan 7 0	1900 0	334 18 57 1	207 58 22 3	170 49 39 2
60 Echo	111	85	1897 Octob 6 0	1900 0	272 15 22 3	267 58 4 0	191 58 22 7
61 Danae	110	71	1900 April 14 0	1900 0	241 20 50 1	8 27 33 5	83-1 15 0 8
62 Erato	128	82	1877 Sept 21 0	1900 0	358 43 41 3	273 16 41 1	125 59 38 4
63 Ausonia	99	78	1898 Febr 8 0	1900 0	250 44 8 5	292 55 25 5	837 58 8 7
64 Angelina	105	72	1898 Octob 1 0	1900 0	289 38 51 2	178 87 28 8	810 50 59 6
65 Cybele	110	64	1901 Aug. 27 0	1900 0	69 23 49 7	97 12 18 4	158 44 4 0
66 Myra	122	90	1897 Juli 18 0	1900 0	277 50 28 5	40 10 9 2	8 17 30 6
67 Asia	112	85	1897 Dec 5 0	1900 0	201 20 50 1	108 20 37 7	202 55 26 2
68 Leto	105	70	1898 April 24 0	1900 0	286 41 25 3	301 43 40 8	4-1 42 44 5
69 Hesperia	107	68	1889 Jan 1 0	1900 0	182 52 57 9	281 43 39 6	186 40 50 4
70 Panopaea	109	78	1890 Dec 22 0	1900 0	305 21 16 5	252 49 22 0	48 15 50 0
71 Niobe	107	73	1898 Octob. 1 0	1900 0	134 2 10 8	265 89 20 2	316 22 37 2
72 Feronia	112	89	1897 Dec 25 0	1900 0	166 4 16 8	100 27 36 6	207 54 0 8
73 Klytia	120	88	1898 Aug 2 0	1900 0	244 20 58 1	52 42 12 0	7 35 28 1
74 Galatea	118	88	1897 Febr 28 0	1900 0	148 1 45 2	171 0 3 8	197 44 15 2
75 Eurydike	116	84	1897 Octob 26 0	1900 0	82 23 18 0	385 84 2 0	859 58 28 1
76 Freia	120	74	1902 Febr 8 0	1900 0	42 28 47 7	286 29 56 1	212 10 7 0
77 Frigga	111	79	1897 Octob 6 0	1900 0	831 13 52 7	56 51 27 7	2 4 10 7
78 Diana	106	75	1899 Sept 6 0	1900 0	253 25 1 6	148 55 27 0	833 51 38 1
79 Eurynome	105	78	1901 Aug 7 0	1900 0	301 48 28 9	198 40 20 8	206 38 9 9
80 Sappho	106	82	1896 Octob. 11 0	1900 0	19 11 20 1	186 54 29 1	218 40 52 1

No	$\iota$	$\varphi$	$\rho$	$\log a$	Berechner	Jahr d Entd	Zahl der beob Off
41	15° 55' 27" 6	15° 27' 11" 7	770" 8811	0 4120117	BERBLICH	1856	< 10
42	8 84 30	12 50 33 9	930 2275	0 3876117	L. BICALR	1856	< 10
43	3 27 42 6	9 38 32 6	1084 7577	0 3481159	PRIV	1857	< 10
11	3 42 42	8 18 10 9	911 7863	0 3810515	POWALKY	1857	< 10
15	6 35 22 7	1 41 11 6	791 0695	0 4815280	RICHTER	1857	< 10
46	2 17 29 6	9 32 41 5	883 5543	0 4025156	KARINSKY	1857	< 10
47	5 0 31 6	7 12 46 5	726 7211	0 4590926	POWALKY	1857	< 10
48	6 30 28 0	3 30 16 7	645 5011	0 4934063	POWALKY	1857	< 10
49	3 8 26 3	12 52 28 1	648 1530	0 4920851	POWALKY	1857	< 10
50	2 48 31 7	16 15 58 0	823 5561	0 428757	POWALKY	1857	< 10
51	9 57 16 2	3 51 23 3	975 1593	0 3739510	BERBLICH	1858	< 10
52	7 26 18 3	6 31 11 8	651 8134	0 1905889	MURMANN	1858	< 10
53	5 7 29 0	11 56 45 7	837 9915	0 4178437	TILIJEN	1858	< 10
51	11 17 33 9	11 31 49 2	795 5362	0 1328971	SCHUIZ	1858	< 10
55	7 13 21 5	8 18 56 3	771 4612	0 4406713	A. MONTER	1858	< 10
56	8 8 13 4	13 21 5 5	846 1111	0 4150527	R. LUTHE	1857	< 10
57	16 11 43 8	6 19 36 3	685 2903	0 1980229	ADOLFI	1859	< 10
58	5 1 50 5	2 26 21 8	799 5961	0 4314238	OPPOLTR	1860	< 10
59	8 36 57 8	6 41 2 7	793 9788	0 4331051	OPPOLTR	1860	< 10
60	3 35 6 7	10 31 22 7	958 2244	0 3790263	C. H. PETERS	1860	< 10
61	18 14 58 7	9 29 23 8	688 3554	0 4717959	R. LUTHE	1860	< 10
62	2 12 18 6	10 6 17 4	612 5659	0 1917260	OPPOLTR	1860	< 10
63	5 17 11 1	7 17 58 7	957 1671	0 3793459	TILIJEN	1861	< 10
61	1 19 84 2	7 17 59 7	807 9036	0 4284314	OPPOLTR	1861	< 10
65	8 28 54 7	5 46 30 1	557 9795	0 5355928	FRISCHL	1861	< 10
66	8 4 58 6	10 3 48 4	824 7740	0 4224477	MAYWALD	1861	8
67	5 59 14 6	10 47 54 5	942 3560	0 3888611	FRISCHL	1861	< 10
68	7 58 21 8	10 39 16 0	763 4868	0 4448083	TH. WOLFF	1861	< 10
69	8 29 52 2	9 39 20	689 6731	0 4712422	KOWALCZYK	1861	< 10
70	11 88 20 8	10 22 15 9	888 9960	0 4174978	RICHTER	1861	< 10
71	28 16 53 8	9 57 51 8	775 1865	0 4404008	E. BECKER	1861	< 10
72	5 23 56 2	6 56 42 6	1040 3644	0 8552169	C. H. F. PRIGER	1861	< 10
73	2 24 13 1	2 31 8 9	816 0117	0 4255401	POWALKY	1862	9
74	4 0 20 4	18 43 0 6	764 6230	0 4443728	MAYWALD	1862	< 10
75	4 59 51 2	17 45 42 2	812 4299	0 4288187	STOCKWELL	1862	< 10
76	2 2 45 0	9 44 30 8	562 8429	0 5883369	MURMANN	1862	< 10
77	2 27 29 8	7 38 48 5	818 8298	0 4263153	PRIGER	1862	10
78	8 41 18 7	12 5 4 7	837 1977	0 4181191	DUBJAGO	1863	< 10
79	4 85 57 9	10 58 86 8	928 0790	0 3882811	LACHMANN	1863	< 10
80	8 87 21 0	11 84 29 9	1020 1090	0 8609067	V. D. GROEBEN	1864	< 10

Numer und Name	m <sub>0</sub>	g	Epoche und Osculation	Mittl Aeq	M	ω	Ω
81 Terpsichore	11 8	8 2	1897 Juli 18 0	1900 0	260° 37' 9" 1	46° 14' 45" 4	2° 26' 3" 2
82 Alkmene	11 2	7 8	1901 Dec 25 0	1900 0	337 58 9 6	107 1 28 1	26 30 38 7
83 Bentix	11 8	8 6	1891 Jan 11 0	1900 0	295 16 6 4	163 21 10 4	27 39 29 7
84 Klio	11 3	8 8	1897 April 29 0	1900 0	252 50 4 7	12 50 33 4	327 31 22 2
85 Jo	10 9	7 7	1889 Febr 10 0	1900 0	180 9 35 1	120 16 29 3	203 16 17 4
86 Semele	12 4	8 8	1896 Mai 4 0	1900 0	203 38 24 5	300 25 0 9	87 51 38 5
87 Sylvia	11 9	7 2	1898 April 21 0	1900 0	236 12 47 7	265 31 8 9	75 7 59 2
88 Thusbe	10 8	7 1	1889 Dec 27 0	1900 0	25 33 30 8	30 51 35 1	277 12 17 1
89 Julia	10 1	7 1	1889 Dec 27 0	1900 0	237 15 2 3	42 50 30 0	311 52 22 1
90 Antiope	11 6	7 5	1898 April 4 0	1900 0	277 45 51 5	231 13 15 5	71 13 4 8
91 Aegina	11 3	8 2	1895 Octob 17 0	1900 0	801 7 87 1	71 47 2 1	10 57 44 8
92 Undina	10 9	6 7	1896 Sept 1 0	1900 0	30 19 59 7	222 11 3 2	102 55 42 7
93 Minerva	10 8	7 1	1897 Jan 19 0	1900 0	213 22 8 2	270 51 58 5	4 56 14 6
94 Aurora	11 3	7 1	1883 Juli 12 0	1900 0	256 3 4 3	15 22 31 8	1 25 0 9
95 Arethusa	11 3	7 3	1897 April 29 0	1900 0	187 11 18 9	150 12 20 9	214 1 15 9
96 Aegle	11 4	7 4	1897 Sept 16 0	1900 0	182 59 86 0	200 34 88 9	322 38 89 2
97 Klotho	10 6	7 1	1898 Jan 14 0	1900 0	21 4 31 9	264 36 3 6	160 48 52 0
98 Janthe	11 6	8 3	1897 Nov 15 0	1900 0	283 55 20 7	155 6 36 5	351 17 48 6
99 Diok	14	10 5	1868 Juni 5 0	1900 0	350 36 11	198 52 26	42 1 85
100 Hekate	11 9	7 8	1898 Jan 14 0	1900 0	156 19 38 0	176 49 22 9	128 18 46 9
101 Helena	10 7	7 6	1897 Aug 27 0	1900 0	8 56 38 1	843 58 29 0	343 31 25 8
102 Miriam	12 6	9 4	1898 Juli 13 0	1900 0	319 11 42 8	148 39 2 3	211 80 18 2
108 Hera	10 2	6 9	1897 Febr 8 0	1900 0	173 11 18 9	185 58 28 1	136 18 9 4
104 Klymene	12 2	8 0	1897 Dec 25 0	1900 0	35 9 51 6	19 59 38 3	13 6 17 3
105 Artemis	11 1	8 5	1897 Aug 27 0	1900 0	69 55 41 8	54 48 29 2	188 6 29 5
106 Dione	11 3	7 2	1901 Juni 28 0	1900 0	281 5 36 9	823 84 1 8	68 10 14 8
107 Camilla	11 2	6 5	1891 April 21 0	1900 0	97 7 57 4	293 58 0 6	176 5 87 5
108 Hecuba	11 7	7 4	1901 Nov 15 0	1900 0	259 87 15 0	174 52 32 5	852 23 14 1
109 Felecitys	12 0	8 7	1898 Jan 11 0	1900 0	115 33 82 5	52 23 0 4	4 34 5 8
110 Lydia	10 5	7 1	1888 Febr 16 0	1900 0	197 35 50 6	270 6 17 0	57 21 12 6
111 Ate	11 3	8 2	1890 Jan 16 0	1900 0	91 26 4 4	163 35 29 2	306 80 48 8
112 Iphigenia	11 5	8 8	1897 Dec 25 0	1900 0	88 12 11 4	14 8 48 2	324 4 8 0
113 Amalthaea	11 0	8 1	1901 Juli 8 0	1900 0	78 35 2 8	77 5 51 1	128 13 26 8
114 Kassandra	11 1	7 8	1889 Sept 18 0	1900 0	211 30 3 4	848 48 21 0	164 32 42 0
115 Thyra	10 4	7 8	1897 Octob 6 0	1900 0	310 57 26 1	94 2 54 5	309 11 11 8
116 Sirona	10 7	7 8	1889 Juni 10 0	1900 0	158 3 18 7	89 5 27 1	61 34 59 8
117 Lomia	11 4	7 5	1897 Octob. 6 0	1900 0	332 35 55 4	48 38 21 5	349 32 55 0
118 Peitho	10 8	8 1	1901 Dec 25 0	1900 0	14 12 47 6	31 22 50 2	47 35 0 7
119 Althea	10 6	7 5	1898 Aug 2 0	1900 0	314 33 84 0	168 85 18 5	208 49 19 0
120 Lachesis	11 7	7 6	1897 Nov 15 0	1900 0	202 19 20 8	288 81 18 5	842 37 18 6

No	$\alpha$	$\varphi$	$\mu$	$\log a$	Berechner	Jahr d Entd	Zahl der beob OPP
81	7° 55' 0" 8	12° 11' 52" 3	786" 4126	0 4552588	MAYWALD	1864	10
82	2 51 13 5	12 51 40 6	772 9856	0 1112122	W. LUIHLR	1864	< 10
83	1 59 45 5	4 51 24 3	985 9122	0 3858476	E. BLCKER	1865	< 10
84	9 21 21 6	13 10 03	977 4411	0 3732774	P. NEUGEBAUER	1865	< 10
85	11 53 51 6	11 10 33 7	821 0524	0 1237571	v d GROEBEN	1865	< 10
86	4 47 37 3	12 16 51 2	650 4530	0 4911988	v d GROEBEN	1866	< 10
87	10 53 10	5 26 11 5	545 3288	0 5122821	v d GROEBEN	1866	< 10
88	5 14 53 7	9 26 6 1	771 1774	0 4119015	KOWALCZYK	1866	< 10
89	16 12 28 5	10 33 29 3	871 5615	0 4064714	TH. WOLFF	1866	< 10
90	2 16 17 0	8 53 22 1	632 5389	0 4992796	MAYWALD	1866	< 10
91	2 8 21 7	6 5 9 2	851 5394	0 4182012	v d GROEBEN	1866	< 10
92	9 55 52 0	5 35 51 8	622 7897	0 5037768	ANDERSON	1867	< 10
93	8 35 23 4	8 1 55 7	775 6316	0 1102841	P. LEHMANN	1867	< 10
94	8 4 14 0	1 41 18 8	630 0581	0 5001416	LEPPIG	1867	< 10
95	12 55 10 2	8 10 13 9	661 2229	0 4861391	SCHUR	1867	< 10
96	16 2 20 5	7 39 35 3	668 1502	0 4855965	SCHULHOF	1868	9
97	11 45 33 9	14 51 9 7	813 5778	0 4261050	MAYWALD	1868	< 10
98	15 33 51 4	10 50 21 7	805 3408	0 1293513	v d GROEBEN	1868	8
99	13 53 24	13 47 30	758 663	0 14664	LOFWY, TIESF- RAND	1868	1
100	6 23 10 8	9 31 58 5	653 5828	0 4808018	STARK	1868	< 10
101	10 10 28 2	8 1 10 2	854 8620	0 4120787	v d GROEBEN	1868	< 10
102	5 5 28 2	14 41 81 2	817 8880	0 4248929	C. H. F. PFIRS	1868	8
103	5 24 86 7	4 80 21 8	798 0990	0 4819669	LEVLAU	1868	< 10
104	2 52 51 5	8 82 48 6	632 5948	0 4992527	BERBERICH	1868	< 10
105	21 30 59 6	10 6 59 0	970 4600	0 3758527	A. LEMAN	1868	10
106	4 86 7 8	9 22 20 1	628 6504	0 5010650	BERBERICH	1868	< 10
107	9 51 44 3	8 56 30 0	544 1827	0 5428412	MATTHIESSEN	1868	< 10
108	4 23 28 5	6 1 26 4	617 4171	0 5062849	SCHULHOF	1869	< 10
109	8 0 56 7	17 12 58 0	799 9088	0 4318108	v d GROEBEN	1869	9
110	5 59 43 0	4 37 30 1	785 9425	0 4364105	II. OPPENHEIM	1870	9
111	4 56 17 0	5 58 35 2	849 9712	0 4187319	HOLTSCHPEK	1870	8
112	2 37 5 2	7 25 29 0	984 8018	0 3861905	TJERTJAN	1870	8
113	5 2 8 7	5 3 24 8	968 4850	0 8759425	W. LUTHER	1871	< 10
114	4 58 58 4	7 55 32 6	810 5220	0 4274945	ANTON	1871	< 10
115	11 85 88 0	11 5 7 8	966 3219	0 8765898	WATSON	1871	< 10
116	8 85 8 7	8 3 59 9	770 8786	0 442208	II. OPPENHEIM	1871	< 10
117	14 56 16 5	1 31 51 9	685 2178	0 4761187	TJERTJAN	1871	8
118	7 16 26 8	9 24 17 1	982 4602	0 8869176	HOIETSCHKE	1872	< 10
119	5 44 19 9	4 42 40 9	855 7361	0 4117777	BERBERICH	1872	< 10
120	7 0 12 0	8 80 1 0	645 4899	0 4984889	PIATH	1872	< 10



Nummer und Name	$m_0$	$g$	Epoche und Osculation	Mittl Aeq	$M$	$\omega$	$\Omega$
121 Hermione	11 2	6 6	1902 Febr 30	1900 0	125° 16' 52" 1	280° 11' 16" 2	76° 41' 50" 7
122 Gerda	11 5	7 2	1901 Aug 70	1900 0	138 9 10 1	13 51 2 9	178 39 50 1
128 Brunhild	11 8	8 5	1898 Juni 230	1900 0	210 35 25 0	122 11 47 2	308 29 36 1
124 Alkeste	10 3	7 1	1890 Dec 20	1900 0	180 26 7 9	58 11 55 1	188 28 29 7
125 Liberatrix	11 2	7 8	1897 Jun 190	1900 0	202 46 5 6	101 32 50 8	169 28 0 9
126 Velleda	11 5	8 8	1899 Dec 150	1900 0	81 59 21 9	325 15 17 1	23 19 17 4
127 Johanna	10 5	7 1	1890 Octob 30	1900 0	251 23 16 9	90 26 1 5	31 15 11 1
128 Nemesis	10 6	7 2	1897 Jun 190	1900 0	111 20 2 3	300 33 17 2	76 37 27 9
129 Antigone	10 3	6 6	1897 Jun 190	1900 0	253 10 0 2	103 12 13 1	137 50 3 1
130 Elekta	10 6	6 5	1898 Aug 220	1900 0	337 5 55 3	233 45 56 0	116 8 24 2
131 Vala	12 2	9 5	1898 Dec 200	1900 0	288 37 28 9	155 55 32 5	65 29 50 6
132 Aethra	11 1	8 0	1895 Nov 305	1900 0	330 17 37 2	252 15 8 1	260 2 56 6
133 Cyrene	11 3	7 3	1898 Jun 110	1900 0	280 1 53 1	283 57 53 9	321 17 10 0
134 Sophrosyne	11 1	8 1	1897 Juli 180	1900 0	235 51 37 8	81 26 4 1	316 19 1 3
135 Heithra	10 5	7 8	1898 Octob 10	1900 0	33 3 56 2	337 8 16 8	311 4 58 8
136 Austris	11 2	8 9	1898 März 150	1900 0	211 14 20 2	180 29 0 1	186 12 30 0
137 Meliboia	11 8	7 7	1898 Nov 100	1900 0	80 12 0 8	105 36 1 8	203 39 7 8
138 Tolosa	11 8	9 1	1896 Febr 140	1900 0	190 23 49 0	258 2 25 2	51 16 47 0
139 Juena	10 9	7 4	1898 Nov 300	1900 0	299 0 11 9	162 8 46 1	2 24 49 8
140 Siwa	11 4	8 0	1898 Octob 10	1900 0	173 35 23 3	198 10 59 1	107 7 8 1
141 Lumen	11 1	8 2	1890 Aug 210	1900 0	321 2 51 7	51 13 18 3	319 19 51 6
142 Polaris	12 2	9 5	1896 Dec 100	1900 0	211 12 47 7	290 0 26 5	291 51 30 9
143 Adra	12 4	9 0	1891 Octob 180	1900 0	160 15 41 3	218 47 54 2	333 46 15 4
144 Vibula	10 7	7 5	1888 Juli 180	1900 0	289 51 28 9	290 44 14 9	76 53 48 8
145 Adeona	11 8	8 1	1898 Aug 220	1900 0	240 12 41 7	40 32 42 2	77 47 51 1
146 Lucina	11 1	7 7	1898 Aug 20	1900 0	89 1 10 2	140 57 15 8	81 18 41 5
147 Protageneia	12 5	8 4	1898 Sept 110	1900 0	348 52 28 8	122 48 3 8	251 10 53 0
148 Gallia	11 0	7 5	1901 April 90	1900 0	154 35 46 7	250 52 40 1	145 10 53 4
149 Medusa	12 9	11 0	1901 Dec 50	1900 0	11 46 25 7	250 11 32 2	158 39 85 4
150 Nuwa	11 6	7 7	1893 März 10	1900 0	155 86 25 8	146 42 52 7	207 40 28 0
151 Abundantia	11 7	8 6	1896 Nov 200	1900 0	255 18 12 2	181 0 0 9	38 54 82 6
152 Atala	12 2	8 1	1899 Jun 290	1900 0	27 31 7 9	42 36 44 3	41 16 58 9
153 Hilda	12 6	7 8	1902 Febr 280	1900 0	228 21 28 8	51 56 50 7	228 19 57 3
154 Bertha	12 2	7 0	1901 April 290	1900 0	13 39 28 2	161 81 39 1	87 21 21 0
155 Seylla	13 5	9 8	1875 Nov 85	1890 0	389 4 47	89 9 28	43 4 14
156 Xanthippe	11 9	7 9	1875 Nov 275	1900 0	286 81 33 6	269 45 21 1	216 32 22 5
157 Dejandra	14 7	11 6	1875 Dec 275	1900 0	340 18 39 7	43 53 50 3	62 46 20 9
158 Koronis	12 3	8 7	1898 Aug 220	1900 0	278 50 53 8	138 47 33 9	280 50 88 8
159 Aemilia	12 8	8 2	1897 Dec 50	1900 0	824 40 17 3	881 52 26 4	135 4 8 9
160 Una	11 8	8 4	1897 Dec 250	1900 0	33 80 8 8	46 47 11 5	9 16 50 8

No	$\alpha$	$\varphi$	$\mu$	$\log a$	Berechner	Jahr d Entd	Zahl des beob Opp
121	7° 34' 48" 1	8° 0' 12" 3	554 6578	0 5373210	BERBRICH	1872	< 10
122	1 36 33.4	2 59 56.1	615 7958	0 5070466	LANGE	1872	< 10
123	6 25 24.3	7 1 21.7	802 5891	0 1308121	BERBRICH	1872	8
124	2 55 33.8	1 27 11.2	882 2976	0 1198186	HALL SCH	1872	< 10
125	1 38 17	1 29 45.0	780 9849	0 1382611	LANGE	1872	7
126	2 56 23.6	6 3 19.1	931 5174	0 3872101	V D GROEBEN	1872	< 10
127	8 15 39.0	3 17 29.9	775 8987	0 1401811	MAYWALD	1872	10
128	6 15 7.7	7 13 52.8	778 9624	0 4389931	DL BALL	1872	< 10
129	12 10 5.6	12 15 18.0	730 5585	0 1575677	AUSTIN	1873	< 10
130	22 58 6.0	12 29 21.9	646 4298	0 4929901	POWALSKY	1873	< 10
131	4 57 45.6	3 51 52.5	935 8550	0 3858654	BERBRICH	1873	6
132	28 32 20.3	19 21 13.8	903 6882	0 3959920	W LUTHER	1873	1
133	7 13 16.2	8 2 17.1	662 6015	0 1858318	V D GROEBEN	1873	< 10
181	11 36 9.5	6 43 11.6	864 1612	0 4088397	MAYWALD	1873	< 10
135	2 18 29.8	11 45 17.6	937 0687	0 8854017	MAYWALD	1874	< 10
136	9 38 16.6	4 52 0.8	1025 7582	0 3593092	II OFFENHEIM	1874	7
137	13 21 11.9	12 46 22.0	645 4607	0 4934215	LANGE	1874	< 10
138	3 18 19.7	9 16 35.8	924 9117	0 3892709	V D GROEBEN	1874	< 10
139	10 55 14.3	9 57 48.1	764 0768	0 1445797	BERBRICH	1874	8
140	8 11 31.2	12 31 19.9	786 6737	0 4361413	V D GROEBEN	1874	< 10
141	11 58 85.4	12 16 57.4	814 6615	0 4260196	BERBRICH	1875	7
142	2 14 26.9	7 41 10.6	943 5246	0 8835023	L BECKER	1875	10
143	11 80 8.9	4 8 20.2	778 8958	0 4410699	V HAEDEL	1875	10
144	4 48 16.8	13 28 14.3	819 4849	0 4248104	POWALSKY	1875	9
145	12 41 9.8	8 24 20.6	812 2212	0 4268915	TIEFEN	1875	7
146	18 5 8.8	8 39 14.6	791 4186	0 4844008	BERBRICH	1875	6
147	1 54 16.5	2 2 8.6	688 8069	0 4964247	L BECKER	1875	10
148	25 20 52.7	10 42 20.0	769 9569	0 4426942	L. BECKER	1875	10
149	0 55 44.7	8 50 56.7	1106 4806	0 3378888	LANGE	1875	8
150	2 8 22.8	7 20 7.8	689 2584	0 474418	II OFFENHEIM	1875	7
151	6 28 11.9	2 9 0.7	850 8980	0 4184194	V D GROEBEN	1875	9
152	12 18 18.0	4 12 12.4	687 2942	0 4971111	LANGE	1875	7
153	7 51 41.0	0 81 48.7	450 1177	0 5977869	KUINKART	1875	< 10
154	20 54 28.5	4 39 4.8	622 6360	0 5088488	ANTON	1875	< 10
155	14 4 25	14 49 28	718 7875	0 464292	SCHULHOE	1875	1
156	7 28 34.7	15 17 28.2	670 280	0 482522	SCHMIDT	1875	1
157	12 2 7.9	12 8 59.6	854 8040	0 4120934	A LEMAN	1875	1
158	0 59 59.8	8 17 88.9	780 4848	0 4575969	MAYWALD	1876	9
159	6 4 58.6	5 37 45.9	647 4107	0 492551	BERBRICH	1876	10
160	8 51 17.9	8 45 8.1	787 7290	0 485758	NEUGEBAUER	1876	10

Nummer und Name	$\mu_0$	$\xi$	Epoche und Osculation	Mittl Anq	$M$	$\omega$	$\Omega$
161 Athor	11 0	8 4	1896 Dec 30 0	1900 0	112° 39' 1" 6	291° 48' 21" 8	18° 40' 42" 8
162 Laurentia	12 3	8 4	1899 Sept 6 0	1900 0	215 30 51 3	106 2 12 0	38 8 9 9
163 Enigone	12 0	9 5	1901 Febr 28 0	1900 0	35 14 52 7	295 2 27 8	160 0 31 2
164 Eva	11 5	8 8	1901 April 29 0	1900 0	229 38 38 8	281 47 25 2	77 36 11 2
166 Loreley	11 1	7 0	1897 April 9 0	1900 0	290 21 20 7	312 30 31 3	301 2 38 8
166 Rhodope	12 5	9 2	1897 Juni 8 0	1900 0	213 52 27 9	261 28 34 0	129 31 20 8
167 Urda	13 0	9 4	1898 Jan 11 0	1900 0	197 17 5 7	121 7 27 8	166 30 4 8
168 Sibylla	11 6	7 1	1899 Mär 29 0	1900 0	218 22 50 2	171 27 5 8	209 11 59 7
169 Zelia	11 3	8 8	1890 Aug 4 0	1900 0	328 1 8 3	332 10 48 0	351 49 46 7
170 Maria	11 7	8 7	1902 März 15 0	1900 0	81 35 51 1	155 41 38 1	301 23 23 6
171 Ophelia	12 1	8 0	1897 Octob 6 0	1900 0	236 0 17 5	50 25 52 0	100 57 12 2
172 Baucis	10 4	7 8	1889 Juni 30 0	1900 0	316 48 11 1	356 48 38 1	332 3 2 5
178 Ino	11 0	7 6	1897 Jan 19 0	1900 0	71 13 19 6	221 39 35 8	148 41 52 2
174 Phaedra	11 6	8 0	1897 Octob 6 0	1900 0	129 21 10 1	286 21 28 5	328 40 0 4
175 Andromache	12 3	8 0	1900 Sept 1 0	1900 0	16 10 41 5	301 33 8 5	25 28 37 7
176 Iduna	12 1	7 9	1902 Febr 3 0	1900 0	94 59 7 9	182 86 88 8	201 0 5 4
177 Irma	12 4	9 0	1897 Jan 19 0	1900 0	71 42 48 0	33 16 24 6	349 25 24 5
178 Belisana	12 0	9 2	1902 Febr 3 0	1900 0	237 15 36 7	212 31 7 4	50 55 58 0
179 Klytaemnestra	11 5	7 7	1897 Octob 6 0	1900 0	14 32 37 8	100 80 36 1	253 11 54 0
180 Garumna	13 3	9 9	1899 Nov 5 0	1900 0	808 53 84 6	160 15 49 3	314 88 27 4
181 Eucharis	11 5	7 4	1887 Octob 19 0	1900 0	305 49 36 6	810 26 13 8	144 59 6 8
182 Elsa	11 0	8 3	1897 Mär 20 0	1900 0	102 51 45 1	308 14 46 6	106 40 11 0
188 Istria	12 6	9 1	1900 Dec 10 0	1900 0	15 39 20 2	262 21 88 7	142 46 26 6
184 Dejopeia	12 4	8 2	1901 Mär 20 0	1900 0	1 83 52 9	204 47 47 4	884 85 8 6
185 Eunike	10 4	7 0	1889 Aug 29 0	1900 0	328 8 9 8	221 85 89 2	158 54 58 7
186 Celuta	11 4	8 9	1897 Aug 27 0	1900 0	2 39 88 6	313 86 19 9	14 85 88 0
187 Lamberta	11 4	8 0	1897 Aug 27 0	1900 0	94 42 30 1	192 2 84 6	22 14 21 7
188 Menippe	13 0	9 6	1897 Sept 1 0	1897 0	28 1 52 2	66 87 4 1	241 45 5 2
189 Phthia	11 5	8 8	1900 Mai 24 0	1900 0	284 17 27 2	166 0 85 8	203 23 22 8
190 Iamene	12 0	6 7	1901 Aug 27 0	1900 0	263 5 50 5	286 16 4 1	176 56 8 4
191 Kolga	12 0	8 8	1897 Juli 18 0	1900 0	271 52 28 4	221 21 6 3	159 50 50 8
192 Nauisika	9 8	6 7	1888 Juli 25 0	1900 0	324 20 18 1	27 40 31 7	343 24 55 7
198 Ambrosia	12 2	9 2	1879 März 25 5	1890 0	68 48 35 8	79 36 57 9	351 28 15 9
194 Prokne	10 5	7 4	1899 Jan 29 0	1900 0	180 9 24 2	160 37 14 6	159 20 49 2
195 Eurykleia	12 8	8 6	1896 Nov 20 0	1900 0	289 6 85 6	118 6 40 4	7 44 8 9
196 Philomela	10 8	6 3	1898 Nov 10 0	1900 0	81 59 4 9	237 58 16 3	73 20 8 1
197 Arete	12 7	9 8	1900 Jan 24 0	1900 0	134 10 9 5	243 28 16 7	82 2 18 8
198 Ampella	11 1	8 3	1901 Jan 19 0	1900 0	145 88 12 0	87 26 9 6	268 80 0 7
199 Byblis	12 4	8 2	1901 März 20 0	1900 0	304 17 40 0	172 9 88 0	89 48 20 8
200 Dynamene	11 0	7 6	1889 Dec 27 0	1900 0	80 58 9 6	82 42 28 9	825 26 20 0

No	$\alpha$	$\varphi$	$\mu$	$\log a$	Berechner	Jahr d Entd	Zahl der beob. Orp
161	9° 3' 13" 4	7° 57' 23" 4	967" 0645	0 3763675	TIEIJEN	1876	< 10
162	6 5 26	10 31 53	076 5719	0 4797951	TILTJEN	1876	9
163	4 46 15	11 10 56 7	974 7198	0 8740846	BERBLICH	1876	4
164	24 21 25 5	20 19 21 1	881 1808	0 1202074	RICHTER	1876	10
165	11 12 20	8 51 10 6	641 1299	0 4953787	SAMTER	1876	9
166	12 1 58 2	12 13 13 9	806 7688	0 1288385	RICHTER	1876	6
167	2 10 50 3	1 59 37	786 5954	0 1551851	LANGE	1876	8
168	1 36 10 3	4 21 51 0	571 6864	0 5285638	V D GROEBEN	1876	< 10
169	5 80 46 5	7 31 33 7	979 6462	0 8726249	RICHTER	1876	8
170	14 22 3 9	3 44 13 9	869 4892	0 1071616	LANGE	1877	6
171	2 88 13 5	6 38 28 6	086 3859	0 4975211	BERBLICH	1877	10
172	10 2 6 0	6 82 18 8	965 9899	0 8766893	BERBLICH	1877	9
173	14 15 41 1	11 51 41 6	780 8006	0 1383110	BIJLA	1877	< 10
174	12 6 28 6	8 23 43 8	784 0156	0 456201	H. OPFFENHEIM	1877	9
175	8 10 88 9	11 7 42 9	612 2868	0 508701	BERBLICH	1877	9
176	22 41 10 4	10 2 21 3	628 2160	0 5021883	P. NUGENBAUER	1877	< 10
177	1 26 50 6	13 32 58 0	768 8406	0 4427802	RICHTER	1877	7
178	1 51 29 1	2 28 7 5	918 3646	0 3913276	BERBLICH	1877	8
179	7 47 53 7	6 87 0 0	692 8578	0 472908	II. OPFFENHEIM	1877	8
180	0 58 37 2	9 46 17 7	790 4612	0 4347501	V D GROEBEN	1878	5
181	18 85 27 7	12 40 26 5	643 5488	0 1942856	DE BAIL	1878	< 10
182	2 10 10 9	10 50 51 9	944 5182	0 3831990	SAMTER	1878	9
183	26 26 3 5	20 27 8 2	760 4634	0 4459522	PETRIUS	1878	5
184	1 11 19 6	3 23 9 9	622 6814	0 5038804	THRAEN	1878	< 10
185	28 14 28 2	7 11 6 0	782 8646	0 4875466	V D GROEBEN	1878	9
186	13 11 7 2	8 41 21 3	977 5884	0 3782337	TIEIJEN	1878	6
187	10 41 20 6	13 86 43 5	785 6152	0 4365311	A. LEMAN	1878	7
188	11 44 88 6	10 15 28 9	792 712	0 441826	CONEL	1878	2
189	5 8 58 3	2 4 18 4	924 2246	0 8894861	II. OPFFENHEIM	1878	< 10
190	6 8 28 2	9 85 35 0	455 1910	0 5945419	KÜSTNER	1878	< 10
191	11 29 30 2	5 13 5 0	720 0541	0 4617609	L. BUCKER	1878	7
192	6 51 86 0	14 9 22 7	952 4502	0 3807762	LANGI	1879	< 10
193	11 88 87 1	16 84 52 0	858 2980	0 410918	A. LEMAN	1879	1
194	18 25 9 5	13 50 55 7	889 1447	0 4174465	TIEIJEN	1879	7
195	7 0 5 6	2 25 81 5	727 0472	0 4589627	V. D. GROEBEN	1879	8
196	7 16 57 8	1 10 59 6	645 2604	0 4985145	TIEIJEN	1879	< 10
197	8 49 20 6	9 22 12 5	782 6498	0 4876827	V D GROEBEN	1879	6
198	9 18 55 2	18 6 24 6	920 1184	0 3907768	V D GROEBEN	1879	9
199	15 25 6 0	10 18 14 4	629 8661	0 5005067	TIEIJEN	1879	7
200	6 54 42 4	7 42 81 1	783 2093	0 4374192	V D GROEBEN	1879	8

Nummer und Name	<i>m</i> <sub>0</sub>	<i>g</i>	Epoche und Osculation	Mittl Aeq	<i>M</i>	<i>ω</i>	<i>Ω</i>
201 Penelope	11 9	8 6	1897 Nov 15 0	1900 0	58° 1' 14" 6	177° 43' 7" 0	157° 9' 18" 8
202 Chrysis	10 7	6 7	1896 Nov 20 0	1900 0	296 12 57 2	355 17 6 8	187 46 20 6
203 Pompeja	11 7	8 8	1899 Jan 9 0	1900 0	65 39 8 5	58 45 40 9	848 88 9 2
204 Kallisto	12 0	8 7	1888 Nov 2 0	1900 0	140 55 19 4	51 16 48 4	205 58 55 1
205 Martha	12 7	9 2	1886 Febr 26 0	1900 0	139 40 10 2	172 8 57 2	212 26 1 6
206 Hersilia	12 0	8 6	1887 Jun 21 0	1900 0	184 57 86 2	800 24 1 3	145 25 45 0
207 Hedda	11 8	9 5	1898 Febr 3 0	1900 0	280 15 16 2	190 88 9 4	28 58 10 8
208 Lacrimosa	12 1	8 4	1899 Nov 25 0	1900 0	815 28 48 1	105 47 29 6	5 17 84 0
209 Dido	11 6	7 5	1897 Dec 25 0	1900 0	222 38 8 9	249 87 7 2	2 0 10 2
210 Isabella	12 5	9 1	1897 Octob 26 0	1900 0	358 48 28 8	10 17 7 0	38 8 14 5
211 Isolda	11 5	7 5	1895 Nov 26 0	1900 0	1 10 4 0	170 42 54 3	265 19 9 6
212 Medea	12 2	8 1	1899 Jul 28 0	1900 0	276 2 57 4	101 16 47 5	815 6 54 5
213 Lilaea	11 7	8 8	1898 Febr 23 0	1900 0	229 20 87 9	158 84 56 7	122 28 12 8
214 Aschera	12 1	9 0	1897 April 9 0	1900 0	71 25 59 8	128 5 59 2	342 82 52 4
215 Oenone	12 8	9 4	1891 Nov 7 0	1890 0	55 44 10 8	814 8 11 8	25 14 14 4
216 Kleopatra	10 1	6 6	1886 Jun 26 0	1900 0	277 9 56 8	176 12 8 8	216 0 17 8
217 Eudora	13 1	9 5	1900 Dec 10 0	1900 0	75 4 1 8	150 82 40 3	164 1 10 0
218 Bianca	11 8	8 1	1889 Octob 8 0	1900 0	184 81 18 9	59 2 8 1	171 2 56 0
219 Thusnelda	11 2	8 8	1889 Jan 21 0	1900 0	130 38 20 7	140 8 56 2	200 58 29 1
220 Stephania	13 6	11 0	1887 Jan 0 5	1881 0	181 12 41 6	75 9 17 1	258 26 26 6
221 Eos	11 2	7 8	1889 Jun 30 0	1900 0	822 54 24 2	187 21 88 9	142 80 44 8
222 Lucia	12 9	8 8	1898 Jan 14 0	1900 0	225 34 56 4	175 50 37 7	80 22 0 5
223 Rosa	13 8	9 2	1891 Dec 17 0	1900 0	833 11 14 5	58 86 24 6	48 42 6 0
224 Oceana	11 7	8 5	1890 Febr 5 0	1900 0	225 24 48 8	276 55 27 3	858 81 84 5
225 Henrietta	12 7	8 2	1897 Dec 5 0	1900 0	107 58 84 0	97 59 44 8	200 48 28 8
226 Weringia	13 0	9 7	1891 Aug 19 0	1900 0	80 52 14 2	150 8 85 2	185 80 54 5
227 Philosophia	12 9	8 7	1896 Dec 10 0	1900 0	283 51 83 6	254 29 54 3	881 1 10 1
228 Agathe	14 5	12 4	1892 Nov 21 5	1900 0	49 45 10 8	16 8 45 6	818 85 24 5
229 Adelinde	13 5	8 9	1900 Jun 13 0	1900 0	295 85 57 4	302 82 27 5	80 51 0 0
230 Athamantis	10 8	7 7	1897 Octob 26 0	1900 0	11 22 17 7	187 18 14 1	289 44 27 5
231 Vindobona	12 4	8 6	1893 Nov 10 0	1900 0	164 58 88 2	268 88 47 9	852 16 1 4
232 Russia	13 4	10 4	1898 Dec 20 0	1900 0	278 44 40 1	48 16 14 3	152 27 53 4
233 Asterope	11 8	8 1	1897 Aug 27 0	1900 0	853 18 46 2	122 86 1 0	222 81 21 5
234 Barbara	11 7	9 1	1898 Octob 21 0	1900 0	83 57 10 0	190 6 49 6	144 16 54 2
235 Carolina	12 2	8 5	1897 Sept 16 0	1900 0	78 82 29 8	207 24 1 2	66 84 7 6
236 Honora	11 4	7 9	1890 Aug 20 5	1900 0	841 11 56 1	170 80 28 5	186 40 80 6
237 Coelestina	12 8	9 4	1897 März 20 0	1900 0	258 8 0 9	196 24 10 8	84 86 28 0
238 Hypatia	11 7	8 0	1900 Dec 10 0	1900 0	54 48 11 8	206 58 88 6	184 21 40 0
239 Adrastea	14 2	10 4	1900 Dec 10 0	1900 0	26 28 7 8	206 1 5 4	181 81 27 9
240 Vanadis	12 5	9 8	1901 Jul 18 0	1900 0	262 20 44 1	298 15 16 1	114 49 1 0

No	s	φ	μ	log α	Berechner	Jahr d Entd	Zahl der beob Off
201	5° 48' 19" 8	10° 25' 29" 0	809" 8841	0 4277403	RICHTER	1879	9
202	8 49 30 7	5 51 45 4	659 4551	0 4872142	BERBERICH	1879	9
203	3 12 15 3	3 28 23 6	788 8687	0 4871774	BERBERICH	1879	7
204	8 17 7 5	9 51 34 4	812 2348	0 4268835	PALISA	1879	9
205	10 89 57 5	1 54 54 4	765 9190	0 4438825	KUETNER	1879	6
206	8 45 29 5	2 19 59 5	782 3554	0 4877785	STFCILRT	1879	6
207	3 48 59 9	1 89 8 3	1027 9888	0 3586788	RICHTER	1879	8
208	1 47 10 4	0 54 11 9	721 0689	0 4618558	BERBERICH	1879	7
209	7 14 28 1	3 46 48 0	636 9545	0 4972654	V D GROEBEN	1879	8
210	5 18 7 1	7 6 30 8	790 0977	0 4848838	BERBERICH	1879	7
211	8 52 0 4	9 15 88 7	688 6041	0 4882250	V D GROEBEN	1879	8
212	4 16 51 0	6 40 42 2	647 8978	0 4925571	L BECKER	1880	9
213	6 46 80 6	8 19 49 1	777 0010	0 4897237	A LEMANN	1880	6
214	8 27 83 7	1 55 49 3	840 5265	0 4169701	TILTJEN	1880	7
215	1 43 15 1	2 1 15 8	771 4078	0 4418151	V D GROEBEN	1880	9
216	13 2 25 9	14 81 20 7	759 7708	0 4462182	KNOFF	1880	9
217	10 15 85 6	17 38 25 1	727 0488	0 4589640	RICHTER	1880	8
218	15 12 16 9	6 40 5 1	815 0488	0 4258887	V D GROEBEN	1880	8
219	10 47 21 0	12 51 38 9	982 2024	0 8718189	DARMIR	1880	7
220	7 34 15 0	14 53 43 7	984 684	0 871154	BISCHOF	1881	1
221	10 51 15 2	5 50 34 9	678 2597	0 4790787	V D GROEBEN	1882	6
222	2 10 46 6	8 27 80 8	641 7676	0 4950859	BERBERICH	1882	6
223	1 58 42 6	6 57 1 2	652 9874	0 4900900	V D GROEBEN	1882	6
224	5 52 28 2	2 25 51 0	824 6755	0 4224824	S OFFENHEIM	1882	10
225	20 41 16 4	15 14 24 6	586 6685	0 581121	CERULLI	1882	9
226	15 49 34 2	11 43 4 3	798 2109	0 488745	KREUTZ	1882	< 10
227	9 14 55 8	12 2 39 9	687 0800	0 4072311	LANGF	1882	5
228	2 88 18 0	13 55 0 2	1086 2400	0 8427205	KREUTZ	1882	8
229	2 9 20 9	8 16 3 0	560 7202	0 5841786	BERBERICH	1882	7
230	9 25 18 5	8 82 52 8	964 9098	0 8770184	RICHTER	1882	7
231	5 8 13 8	8 56 36 2	711 1049	0 4658820	LANGF	1882	7
232	6 4 17 7	9 52 51 0	869 2988	0 4072251	V D GROEBEN	1882	4
233	7 89 7 6	5 49 43 8	817 9445	0 4248552	KNOFF	1883	6
234	15 21 18 3	14 7 1 5	962 6609	0 3770889	TILTJEN	1883	8
235	9 4 1 8	3 81 18 9	725 2712	0 4596708	TILTJEN	1883	8
236	7 86 53 0	10 54 45 4	758 1024	0 446855	BISCHOF	1884	6
237	9 45 48 8	4 1 80 8	771 8775	0 4416888	SCHWARZ	1884	7
238	12 23 20 4	5 10 16 7	715 8679	0 4634491	BERBERICH	1884	8
239	6 9 5 6	18 26 28 1	693 1194	0 4727991	BERBERICH	1884	5
240	2 5 54 9	11 54 87 5	814 7558	0 4259861	BERBERICH	1884	7

Nummer und Name	$m_0$	$g$	Epoche und Osculation	Mittl Aeq	$M$	$\omega$	$\Omega$
241 Germania	11 2	7 2	1901 Dec 25 0	1900 0	99° 10' 12" 0	78° 20' 31" 7	271° 58' 55" 6
242 Kriemhild	12 6	9 0	1889 Dec 27 0	1900 0	307 49 54 4	274 28 30 0	208 7 41 0
243 Ida	13 3	9 7	1901 März 20 0	1900 0	104 49 86 5	104 16 32 3	326 2 18 0
244 Sitä	18 7	11 7	1900 Octob 11 0	1900 0	6 53 87 6	164 28 34 6	208 39 16 0
245 Vera	12 5	8 5	1897 März 20 0	1900 0	141 1 15 6	326 19 24 6	62 1 46 7
246 Asporina	11 7	8 4	1890 Jun 16 0	1900 0	316 40 26 7	94 5 8 7	162 15 44 0
247 Eukrate	11 0	7 6	1901 Sept 26 0	1900 0	326 29 40 8	53 46 21 9	0 13 59 1
248 Lameia	18 0	10 2	1901 Aug 27 0	1900 0	65 40 25 3	1 34 55 9	246 37 48 6
249 Ilse	13 6	11 1	1900 Octob 31 0	1900 0	20 18 47 9	39 53 86 2	331 41 56 1
250 Bettina	11 7	7 6	1897 Nov 15 0	1900 0	332 5 23 0	65 59 32 9	25 37 2 6
251 Sophia	13 6	9 6	1900 Juni 18 0	1900 0	177 35 1 4	287 26 13 7	156 54 32 8
252 Clementina	13 0	8 8	1899 Febr 18 0	1900 0	162 38 19 8	149 8 56 6	203 14 23 2
253 Mathilde	13 4	10 2	1901 April 9 0	1900 0	256 52 2 1	153 38 22 3	180 0 57 3
254 Augusta	13 4	11 3	1887 Juli 31 0	1900 0	101 27 54 0	230 48 36 7	28 20 51 6
255 Oppavia	13 8	10 4	1889 März 2 0	1900 0	267 18 9 8	149 8 2 5	14 18 57 4
256 Walburga	13 2	9 8	1901 Jan 19 0	1900 0	270 52 48 2	48 29 48 1	183 37 31 0
257 Silesia	12 8	8 7	1900 Dec 10 0	1900 0	20 15 5 9	25 40 8 1	35 25 59 0
258 Tyche	11 1	8 0	1899 Mär 29 0	1899 0	267 50 31 4	152 40 29 2	207 41 4 1
259 Aletheia	12 1	8 0	1899 Nov. 25 0	1900 0	162 11 23 4	156 52 8 4	33 29 6 8
260 Huberta	13 9	9 2	1900 Dec 10 0	1900 0	92 3 1 9	163 58 1 2	167 55 34 1
261 Prymno	11 9	9 4	1897 Nov 15 0	1900 0	275 46 18 1	63 6 35 9	96 20 56 7
262 Valda	14 1	11 1	1901 Mai 19 0	1900 0	189 4 51 8	22 36 32 0	33 36 44 8
263 Dresda	13 3	9 6	1900 Aug 12 0	1900 0	309 25 24 3	157 46 54 0	217 38 31 7
264 Libussa	12 1	8 6	1894 Juni 4 0	1900 0	324 30 49 9	336 35 29 0	50 4 47 6
265 Anna	13 8	11 1	1900 Octob 31 0	1900 0	182 22 25 0	251 8 21 0	335 24 12 9
266 Aline	11 7	8 2	1901 Mai 19 0	1900 0	224 19 6 2	147 51 38 8	236 26 24 2
267 Tirza	14 0	10 5	1901 Juni 28 0	1900 0	4 14 46 5	193 22 8 4	74 8 41 2
268 Adoier	12 5	8 5	1900 Nov 20 0	1900 0	234 28 3 6	58 52 53 9	121 46 12 3
269 Justitia	12 7	9 6	1900 Octob 31 0	1900 0	91 35 3 3	115 30 59 1	157 29 1 3
270 Anahita	11 0	8 9	1900 Sept 21 0	1900 0	25 13 57 0	78 4 44 7	254 80 21 7
271 Penthesilea	12 8	8 9	1900 Febr 13 0	1900 0	128 29 24 5	50 18 36 7	337 5 18 0
272 Antonia	13 6	10 1	1899 Juli 28 0	1900 0	208 59 58 9	65 31 30 6	37 43 34 3
273 Atropos	11 6	9 0	1888 März 9 5	1900 0	261 20 1 3	118 28 13 0	153 53 44 0
274 Philagoria	13 6	9 6	1900 Aug 12 0	1900 0	106 45 53 9	114 45 34 4	93 42 3 2
275 Sapientia	12 0	8 5	1900 Nov. 20 0	1900 0	235 15 54 4	31 7 17 7	134 47 37 7
276 Adelheid	11 2	7 7	1899 Mai 9 0	1900 0	32 21 36 0	273 54 6 3	211 31 43 1
277 Elvira	13 1	9 4	1900 Dec 10 0	1900 0	57 10 41 0	132 53 56 6	233 10 17 3
278 Paulina	12 7	9 3	1901 Febr 28 0	1900 0	321 2 31 5	135 45 13 7	62 31 2 5
279 Thule	13 8	8 1	1891 Febr. 20 0	1900 0	155 36 43 3	233 20 26 5	75 32 33 2
280 Phila	14 4	10 6	1900 Febr 13 0	1900 0	39 45 20 2	30 53 14 5	11 17 5 6

No	$\alpha$	$\varphi$	$\mu$	$\log a$	Berechner	Jahr d Entd	Zahl der beob Opp
241	5° 30' 48" 8	5° 27' 52" 6	665" 2697	0 1846726	W LUTHER	1884	< 10
242	11 16 55 9	7 5 15 8	782 9031	0 1566401	IIERZ	1884	7
243	1 9 19 8	2 41 52 1	733 5835	0 4568911	BERBERICH	1884	6
244	2 49 41 0	7 52 87 8	1106 6876	0 3378341	BERBERICH	1884	5
245	5 11 18 2	11 87 84 2	651 4913	0 4907807	TICIJLN	1885	6
246	15 87 40 4	6 2 43 0	802 267	0 4301581	SCYDLER	1885	7
247	25 4 17 8	13 55 3 6	781 7726	0 1379507	W LUTHLE	1885	8
248	4 0 56 5	8 43 58 7	913 6905	0 3928050	BERBERICH	1885	7
249	9 40 8 1	12 26 51 9	967 7510	0 3761620	BERBERICH	1885	4
250	12 56 21 1	7 1 48 1	639 7875	0 1987086	MONNICI- MEYER	1885	7
251	10 28 30 6	5 81 47 2	648 5081	0 4920608	KNOFF	1885	4
252	10 1 12 8	4 27 58 2	683 3155	0 1989241	CHARLOIS	1885	5
253	6 88 21 2	15 28 16 9	824 9717	0 4223778	KNOFF	1885	6
254	4 81 59 8	6 58 7 6	1091 0836	0 8411828	SCHWARZ	1886	4
255	9 80 88 6	4 40 24 1	780 0705	0 4885818	LAVES	1886	8
256	18 18 0 1	8 29 47 3	682 4118	0 1772942	BERBERICH	1886	5
257	8 40 5 1	7 17 44 6	646 2769	0 4980586	BERBERICH	1886	4
258	14 14 46 5	11 48 8 5	888 4578	0 4176838	STERNHART	1886	< 10
259	10 42 44 1	6 20 48 1	635 21897	0 4980577	ERNST	1886	6
260	6 17 58 0	7 7 16 5	554 7196	0 5372887	V D GROEBEN	1886	8
261	8 88 28 8	5 9 55 6	990 7801	0 867606	V D GROEBEN	1886	7
262	7 44 1 8	12 14 5 8	869 5200	0 4071513	BERBERICH	1886	5
263	1 16 57 4	4 19 24 9	723 1695	0 4605110	V D GROEBEN	1886	5
264	10 26 47 9	7 45 86 5	757 4897	0 447087	CIRUII	1886	9
265	25 42 41 6	15 12 6 8	941 0582	0 884260	BERBERICH	1887	8
266	18 21 57 8	9 7 87 1	755 7966	0 4477844	BERBERICH	1887	5
267	6 1 25 4	5 46 49 5	767 8626	0 4488378	V D GROEBEN	1887	4
268	2 25 21 8	7 47 52 2	651 9940	0 4905087	BERBERICH	1887	5
269	5 25 58 7	12 18 89 7	888 9442	0 4175157	BERBERICH	1887	5
270	2 21 42 1	8 86 56 8	1088 6797	0 8420710	BERBERICH	1887	5
271	8 84 89 1	5 56 85 1	681 3226	0 4777698	KNOFF	1887	8
272	4 28 27 5	1 46 56 8	767 2554	0 4438777	CHARLOIS	1888	8
273	20 24 5 1	9 19 0 4	955 4037	0 879880	LANGE	1888	4
274	8 40 49 2	7 10 89 8	669 5686	0 482810	BERBERICH	1888	8
275	4 44 45 9	9 28 50 8	769 4942	0 4425842	LANGE	1888	5
276	21 86 28 1	8 55 49 0	644 0120	0 4910751	HACKENBERG	1888	6
277	1 7 49 6	5 8 14 7	728 5294	0 4608670	BERBERICH	1888	5
278	7 49 9 6	7 84 10 1	775 6855	0 4402826	BERBERICH	1888	5
279	2 22 84 9	4 48 14 2	408 1800	0 629667	BDSCHOF	1888	8
280	7 27 20 0	6 19 18 9	708 8816	0 4688880	BERBERICH	1888	2



Nummer und Name	$m_0$	$\delta$	Epoche und Osculation	Mittel Acq	$M$	$\omega$	$\Omega$
281 Lucretia	18 6	11 5	1888 Nov 2 5	1900 0	853° 48' 12" 8	11° 13' 10" 2	81° 10' 9" 0
282 Clotilde	18 3	10 8	1901 Juni 28 0	1900 0	218 52 39 5	294 15 85 9	1 11 89 58 5
283 Emma	11 8	7 8	1901 Mai 19 0	1900 0	249 21 18 8	49 52 48 5	305 42 27 8
284 Amalia	12 9	10 4	1901 Dec 5 0	1900 0	126 5 88 5	55 82 55 5	233 55 86 9
285 Regina	14 9	10 9	1889 Aug 19 5	1900 0	357 36 27 2	12 29 9 3	312 10 29 0
286 Isela	13 2	9 0	1901 Octob 6 0	1900 0	815 37 47 4	288 28 45 5	1 19 31 55 4
287 Nephthys	10 7	8 2	1899 April 19 0	1900 0	811 52 37 9	117 32 24 7	1 12 5 45 7
288 Glauke	12 5	9 1	1901 Octob 6 0	1901 0	158 10 11 0	80 82 34 7	120 59 8 1
289 Nencia	12 5	8 8	1900 März 5 0	1900 0	146 2 33 0	185 33 23 0	182 30 11 8
290 Bruna	18 9	11 5	1890 Mai 7 5	1900 0	56 49 22 1	108 32 87 8	10 27 0 1
291 Alice	18 6	11 4	1901 Sept 16 0	1900 0	282 29 2 6	830 3 51 1	161 0 55 7
292 Ludovica	12 5	9 5	1900 Dec 10 0	1900 0	117 34 28 4	287 59 22 2	43 5 84 6
293 Brunhild	12 9	9 2	1890 Juni 17 5	1900 0	92 28 41 4	82 22 8 5	62 12 47 0
294 Felicitas	14 3	10 2	1901 Aug 7 0	1900 0	358 8 17 9	179 27 47 6	136 55 41 7
295 Theresia	18 5	10 0	1900 Dec 10 0	1900 0	8 35 88 2	148 50 29 2	277 24 18 4
296 Phaedra	18 8	11 1	1890 Aug 22 0	1900 0	330 33 11 7	250 2 1 2	120 55 84 0
297 Cecelia	13 3	9 1	1901 Juni 28 0	1900 0	345 29 27 8	346 17 57 3	833 27 24 4
298 Baptista	13 5	11 3	1900 Sept 1 0	1900 0	202 6 1 5	132 23 80 7	8 0 22 8
299 Thora	14 5	11 7	1892 März 6 0	1900 0	131 22 80 1	148 18 8 5	211 49 46 0
300 Geraldina	13 9	9 6	1895 Juli 9 0	1900 0	336 14 54 3	282 58 45 2	42 17 25 8
301 Bavaria	12 7	9 3	1901 Jun 19 0	1900 0	286 40 21 8	121 0 54 1	142 87 50 9
302 Clarissa	18 9	11 2	1897 Febr 8 0	1900 0	208 29 81 2	52 13 89 2	7 58 10 2
303 Josephina	11 9	7 7	1900 Octob 11 5	1900 0	319 83 16 3	72 31 88 5	345 15 4 8
304 Olga	12 4	9 7	1900 Sept 21 0	1900 0	34 56 26 5	169 48 6 2	158 47 27 9
305 Gordonia	12 5	8 4	1900 Octob 11 0	1900 0	310 27 46 5	251 2 82 9	211 2 22 8
306 Unitas	10 7	8 2	1900 Dec 30 5	1900 0	120 41 54 6	165 26 22 7	141 35 45 0
307 Nike	18 1	9 4	1891 März 8 5	1900 0	74 84 39 6	320 15 5 6	101 89 16 0
308 Polyxo	11 0	7 6	1901 Juli 18 0	1900 0	853 17 28 5	109 82 8 5	182 8 28 7
309 Fraternitas	12 7	9 5	1891 Mai 11 5	1900 0	239 5 58 0	832 8 11 1	357 59 42 1
310 Margareta	18 5	10 1	1891 Juni 17 5	1900 0	48 49 25 4	820 42 21 0	280 88 51 8
311 Claudia	18 0	9 8	1895 März 11 0	1900 0	37 0 15 1	54 55 29 3	81 7 5 7
312 Pierretta	12 5	9 0	1901 Nov 15 0	1900 0	149 15 57 6	256 32 39 2	7 82 24 1
313 Chaldaea	10 8	7 7	1901 Juni 8 0	1900 0	105 8 31 9	318 17 33 8	176 40 82 2
314 Rosalia	14 0	9 9	1891 Dec 3 5	1900 0	17 47 52 5	185 35 52 8	171 21 81 7
315 Constantia	14 0	11 8	1891 Sept 4 5	1900 0	9 27 44 6	171 22 17 8	161 14 14 6
316 Goberta	18 8	9 1	1893 Jan 0 0	1900 0	11 29 4 9	307 28 10 6	124 89 14 0
317 Roxane	12 2	9 8	1901 Juni 28 0	1900 0	299 4 56 8	184 57 28 0	150 44 14 2
318 Magdalena	13 2	9 0	1899 Jan 9 0	1900 0	0 5 58 5	273 82 45 8	162 52 8 9
319 Leona	14 2	9 7	1900 März 25 0	1900 0	101 27 1 7	218 17 42 0	180 2 49 7
320 Katharina	11 2	10 8	1891 Dec 2 5	1900 0	23 36 28 6	142 51 86 1	221 8 52 0

	$\delta$	$\varphi$	$\mu$	$\log a$	Berechner	Jahr d. Entd.	Zahl der beob. Ofr.
50	19° 38' 19"	7° 34' 24" 8	1093" 5312	0.3894628	BERBERICH	1888	2
9	1 15.2	4 37 8.4	991.1276	0.8692514	BERBERICH	1889	5
8	2 26.7	8 46 12.1	668.5906	0.483231	BERBERICH	1889	6
8	8 56.4	12 47 16.8	979.2819	0.8727325	BERBERICH	1889	4
17	16 54.4	11 55 35.4	661.4827	0.4863254	CHARLOIS	1889	1
17	53 53.9	0 43 16.5	621.4852	0.5043838	BERBERICH	1889	4
10	1 24.1	1 19 35.4	982.6631	0.371735	CERULLI	1889	9
4	19 58.7	11 56 38.7	774.7296	0.4405709	R. LUTHER	1890	9
6	39 25.5	11 54 3.1	729.0809	0.4581589	BERBERICH	1890	2
22	13 23.6	15 4 22.7	995.1925	0.368066	S. OPPENHEIM	1890	1
1	50 37.0	5 21 59.6	1071.5861	0.3466580	BERBERICH	1890	4
14	52 9.0	1 37 40.9	881.0986	0.4033213	BERBERICH	1890	4
15	45 19.2	6 48 2.9	780.8870	0.4574574	CHARLOIS	1890	1
6	15 1.5	14 21 59.6	683.4006	0.496609	P. V. NEUGE- BAUER	1890	2
2	40 22.2	9 49 31.5	758.6107	0.4466584	BERBERICH	1890	6
1	44 50.1	9 6 25.9	1068.122	0.3475906	CONIEL	1890	1
7	34 45.1	8 4 51.7	629.7089	0.5005779	BERBERICH	1890	3
6	17 46.6	5 33 40.8	1042.0276	0.3547517	BERBERICH	1890	3
1	35 18.9	3 29 56.6	934.3006	0.386346	BERBERICH	1890	2
0	47 2.3	2 26 41.4	617.2655	0.5068564	RODIN	1890	3
4	52 41.1	3 36 1.4	788.4820	0.4354765	BERBERICH	1890	5
3	26 12.4	6 26 28.4	950.0992	0.3814918	BERBERICH	1890	2
6	54 49.2	3 54 24.0	643.4679	0.4943198	MILLOSEVICH	1891	7
15	47 19.6	12 47 10.7	952.8591	0.3808089	BERBERICH	1891	4
4	25 0.1	11 31 26.6	654.1090	0.4895710	BERBERICH	1891	3
7	15 18.1	3 39 47.4	979.7942	0.3725313	MILLOSEVICH	1891	7
6	6 55.5	3 22 32.2	716.1102	0.4633512	CAPON	1891	2
4	19 38.1	2 16 10.2	777.3977	0.4395756	BERBERICH	1891	6
3	56 13.6	5 1 56.0	831.679	0.420034	BERBERICH	1891	1
3	5 57.8	6 31 55.2	775.6568	0.440325	BERBERICH	1891	1
3	15 57.0	0 43 21.9	720.425	0.461612	BERBERICH	1891	3
0	4 58.6	9 13 39.5	765.2695	0.444128	P. V. NEUGE- BAUER	1891	3
11	35 4.4	10 21 11.1	968.1432	0.3760447	BERBERICH	1891	3
12	33 36.4	10 43 58.8	635.3075	0.497787	BERBERICH	1891	2
2	24 35.4	9 40 17.9	1057.2646	0.3605486	BOHLIN	1891	1
2	13 36.5	7 57 58.6	627.7882	0.501535	BERBERICH	1891	1
1	45 19.0	4 53 7.5	1025.8164	0.3592913	BERBERICH	1891	5
10	31 43.4	3 53 52.5	618.1074	0.505962	MADER	1891	4
10	43 18.7	12 37 2.6	563.8336	0.5323278	BERBERICH	1891	1
9	19 19.2	6 41 30.5	673.726	0.478875	BERBERICH	1891	1

Nummer und Name	$m_0$	$g$	Epoche und Osculation	Mittl Aeq	$M$	$\omega$	$\Omega$
321 Florentina	132	95	1900 Aug 12 0	1900 0	218° 16' 46" 3	33° 19' 27" 1	40° 41' 17" 1
322 Phico	123	88	1900 Octob 31 0	1900 0	8 26 52 5	111 28 11 7	253 41 17 8
323 Brucia	130	110	1892 Jan 15	1891 0	13 0 42	292 17 18	97 2 80
324 Bamberg	99	66	1901 März 20 0	1900 0	112 0 59 7	40 21 19 9	329 0 48
325 Heidelberg	121	81	1900 Juli 23 0	1900 0	253 58 50 1	74 13 02	815 16 17 6
326 Tamar	111	87	1892 März 20 0	1900 0	298 49 11 0	236 57 27 0	82 0 58 7
327 Columbia	130	95	1892 Juni 17 5	1900 0	277 51 46 7	301 21 19 3	355 81 48 7
328 Gudrun	123	82	1901 Nov 15 0	1900 0	311 17 58 7	102 39 19 7	353 8 36 5
329 Sver	121	93	1900 April 14 0	1900 0	351 50 59 3	39 59 11 8	178 28 29 0
330 Adalbert	135	117	1892 März 20 5	1892 0	181 3 12	— — —	358 46 86
331 Etheridge	125	85	1901 Jan 19 0	1900 0	101 7 9 5	331 51 6 1	22 51 51 8
332 Sun	126	91	1901 Febr 28 0	1900 0	188 51 18 1	295 11 6 6	31 57 11 9
333 Baden	127	86	1901 April 9 0	1900 0	180 13 39 0	15 11 39 7	355 16 19 6
334 Chicago	120	68	1897 März 11 5	1900 0	185 10 37 3	231 36 57 3	134 18 28 6
335 Roberta	116	88	1900 Octob 31 0	1900 0	79 15 59 1	110 31 18 0	117 58 19 4
336 Frederick	118	96	1901 Jan 19 0	1900 0	238 11 11 0	28 51 27 8	231 58 42 8
337 Devos	111	88	1901 Jan 19 0	1900 0	27 7 6 0	95 10 15 9	355 82 57 4
338 Budros	121	81	1899 Jun 9 0	1900 0	72 15 37 1	106 31 43 7	288 30 58 0
339 Dorothea	128	88	1901 Mai 10 0	1900 0	266 11 53 1	156 31 32	171 21 4 4
340 Eduarda	129	95	1901 Sept 16 0	1900 0	300 11 16 0	89 29 28 7	27 28 12 1
341 California	131	110	1893 Juni 29 0	1900 0	113 13 39 8	291 46 52 3	29 0 81 4
342 Endymion	128	98	1900 Sept 21 0	1900 0	282 53 43 6	222 38 16 9	232 54 20 8
343 Ostia	135	109	1901 Febr 28 0	1900 0	81 38 7 2	7 11 11	88 37 0 8
344 Desiderata	117	85	1900 Sept 21 0	1900 0	40 22 41 1	233 23 10 5	49 1 18 1
345 Tercidina	112	88	1901 März 28 0	1900 0	101 18 45 5	227 38 16 1	212 20 25 7
346 Hermentera	115	80	1899 März 10	1900 0	156 0 38 3	287 6 20 8	92 24 14 7
347 Parian	120	88	1899 Juli 8 5	1900 0	114 13 11 1	83 20 9 8	85 57 52 6
348 May	129	91	1895 Mai 10 0	1900 0	113 13 20 2	4 55 49 6	90 87 54 8
349 Dembowsky	98	60	1895 Mai 10 0	1900 0	229 5 49 2	810 37 27 8	88 8 28 2
350 Ornamenta	127	86	1901 Juni 28 0	1900 0	208 26 58 6	380 89 50 4	90 89 7 8
351 Yrsa	122	88	1892 Dec 20 5	1900 0	330 42 48 8	28 8 55 8	90 40 8 4
352 Gisela	121	100	1901 Aug 7 0	1900 0	300 15 35 5	112 16 22 1	247 10 41 4
353 Ruperta Carol	112	109	1893 Febr 22 5	1900 0	44 0 13 0	317 40 18 8	108 15 87 9
354 Eleonora	100	65	1894 Mai 14 5	1900 0	81 5 20 3	4 47 2 1	110 42 25 8
355 Gabriella	121	101	1893 Febr 23 5	1900 0	37 15 11 6	94 82 57 3	852 11 27 9
356 Liguria	119	85	1900 Aug 12 0	1900 0	271 36 54 7	74 39 19	856 9 12 1
357 (1893 I)	122	80	1893 Febr 15 5	1900 0	138 27 17	231 51 54 9	138 15 44 7
358 Apollonia	125	88	1893 März 8 5	1893 0	88 52 43 5	218 18 51 5	172 54 2 8
359 (1893 M)	13	95	1893 März 17 5	1893 0	163 13 16	— — —	10 27 16
360 (1893 N)	119	80	1893 März 12 5	1900 0	92 51 10 8	281 2 41 3	183 42 48 4

No	$\alpha$	$\varphi$	$\mu$	$\log a$	Berechner	Jahr d Entd	Zahl der beob OPP
321	2° 37' 35" 1	2° 39' 26" 5	723" 7382	0 460288	BERBLICH	1891	4
322	7 58 53 4	11 9 38 1	763 9815	0 111616	BERBLICH	1891	3
323	19 20 51	15 57 36	1119 60	0 333960	BERBLICH	1891	1
324	11 18 26 0	19 16 13 8	808 2070	0 4283227	BERBLICH	1892	5
325	8 33 32 5	9 3 06	616 8237	0 5065637	BERBLICH	1892	3
326	23 17 18 7	10 18 17 5	1005 7638	0 365007	BDSCHOF	1892	6
327	7 9 8 5	3 11 7 1	765 613	0 113998	BLFBERICH	1892	1
328	16 6 10 8	6 57 29 1	618 9169	0 491878	BFRBERICH	1892	3
329	16 0 42 9	1 31 24 1	911 3780	0 3935387	PANNI KOLK	1892	6
330	19 58 36	- — —	1174 9	0 32000	BERBERICH	1892	1
331	6 4 55 2	5 46 18 6	671 4331	0 480712	BLRBERICH	1892	3
332	2 52 32 1	5 11 8 7	768 6500	0 1128520	BERBERICH	1892	2
333	3 50 33 2	10 9 36 1	645 3615	0 4984691	BLRBERICH	1892	2
334	4 38 4 5	0 50 21 0	459 742	0 591661	BLRBERICH	1892	7
335	5 5 53 8	10 15 32 7	911 5556	0 3934828	BERBLICH	1892	4
336	5 88 39 4	5 27 10 8	1050 2797	0 3524677	BLRBERICH	1892	4
337	7 51 51 7	7 57 52 0	961 4121	0 3771536	CONIL	1892	4
338	6 2 39 2	1 12 38 1	718 531	0 461396	CONIL	1892	3
339	9 53 33 9	5 57 21 0	680 3877	0 178167	BFRBERICH	1892	2
340	4 42 21 0	6 37 28 1	780 3405	0 138481	BERBLICH	1892	3
341	5 40 11 8	11 8 58 9	1088 2433	0 3421871	BLRBERICH	1892	1
342	7 20 30 9	7 26 10	862 1261	0 4096239	BERBLICH	1892	3
343	8 18 11 9	13 26 31 0	918 2008	0 382071	BFRBERICH	1892	3
344	18 88 44 6	18 8 53 1	817 9673	0 4144183	BERBERICH	1892	3
345	9 44 18 0	8 32 33 7	1000 9327	0 8664012	VIARO	1892	7
346	8 45 21 8	5 17 46 6	758 5825	0 146688	ETRENFUCHT	1892	5
347	11 42 20 2	9 34 55 9	810 8521	0 416858	BOCCARDI	1892	4
348	9 45 81 2	8 49 55 7	693 5928	0 472601	P V NEUGE- BAUTR	1892	3
349	8 16 38 5	5 9 83 0	709 497	0 466038	RISFENPARF	1892	6
350	24 48 42 0	8 55 29 8	648 0131	0 4945110	BERBERICH	1892	3
351	9 18 8 4	8 45 46 5	771 582	0 441750	BERBERICH	1892	2
352	8 22 0 1	8 24 55 0	1091 5751	0 341802	BERFRICH	1893	3
353	5 81 38 0	10 15 26 7	787 080	0 485992	BERFRICH	1893	1
354	18 22 13 8	0 81 10 4	757 5785	0 4470526	CISCATO	1893	7
355	4 21 1 7	6 12 55 9	876 580	0 404810	BFRBERICH	1893	1
356	8 16 0 8	18 57 5 1	775 7899	0 4401937	BERBERICH	1893	3
357	14 5 82 7	1 31 16 0	682 836	0 499142	CONIL	1893	1
358	8 81 52 7	8 26 24 1	725 568	0 459554	CONIL	1893	4
359	4 59 38	— — —	760 70	0 11586	BERBERICH	1893	1
360	11 38 10 1	9 48 85 9	681 808	0 177565	CONIL	1893	1

Nummer und Name	$m_0$	$g$	Epoche und Osculation	Mittl Aeq	$M$	$\omega$	$\Omega$
861 Bononia	18 8	8 0	1893 März 12 5	1900 0	58° 40' 14" 9	75° 12' 0" 9	19° 32' 14" 5
862 Havnna	11 1	8 0	1901 Febr 28 0	1900 0	89 4 80 3	30 0 14 9	27 20 8 9
863 Padua	11 6	8 2	1900 Octob 31 0	1900 0	16 22 15 8	298 16 2 4	65 0 57 4
864 Isara	11 7	9 5	1901 Sept 16 0	1900 0	807 54 2 1	311 16 10 3	105 10 47 4
865 Corduba	12 2	8 7	1900 Octob 31 0	1900 0	0 28 86 9	209 42 87 8	185 16 27 3
866 Vincentina	12 3	8 2	1900 Aug 12 5	1900 0	8 41 49 0	314 5 28 6	347 51 40 7
867 Amicitia	12 5	10 8	1897 Aug 27 0	1900 0	198 37 31 8	58 14 51 2	83 1 45 5
868 (1893 AB)	18 5	9 5	1893 Jul 17 5	1900 0	317 18 49 4	85 7 25 1	229 58 50 8
869 Aenra	12 9	9 5	1901 April 9 0	1900 0	208 21 31 5	260 46 13 1	91 26 6 9
870 Modestia	12 8	10 4	1893 Juli 14 5	1900 0	312 26 36 5	66 22 41 0	290 59 45 3
871 Bohemia	11 8	8 4	1899 Dec 15 0	1900 0	182 59 26 0	389 42 9 7	281 8 25 1
872 Palma	10 5	6 4	1901 Febr 28 0	1900 0	54 1 11 8	113 38 18 2	328 19 32 1
873 Melusina	12 8	8 7	1900 Octob 31 0	1900 0	108 39 43 7	818 38 35 1	4 25 45 5
874 Burgundia	11 7	8 2	1901 Mai 19 0	1900 0	317 41 28 3	23 32 16 3	219 35 47 8
875 Ursula	11 0	6 9	1901 Jun 19 0	1900 0	155 15 7 8	314 81 80 4	837 19 6 0
876 Geometria	11 8	9 4	1902 Jan 14 0	1900 0	235 50 26 1	814 4 32 0	302 10 52 5
877 Campana	11 5	8 2	1893 Octob 7 5	1900 0	838 6 43 1	192 39 58 3	210 36 8 4
878 Holmia	12 6	9 1	1900 April 14 0	1900 0	168 50 19 7	152 58 17 3	233 18 27 8
879 Huenna	12 6	8 5	1901 April 9 0	1900 0	210 5 22 9	177 18 12 5	172 43 39 2
880 Fiducia	12 6	9 3	1894 Jan 11 0	1900 0	129 58 51 0	287 2 49 6	95 15 11 7
881 Myrrha	12 4	8 1	1901 April 9 0	1900 0	314 88 29 9	144 52 9 3	125 19 25 5
882 Dodona	12 1	8 1	1901 Juli 18 0	1900 0	52 45 88 5	268 1 56 3	315 41 0 8
883 (1894 AU)	18 8	9 2	1900 März 25 0	1900 0	103 4 8 0	314 15 4 4	93 25 20 2
884 Burdigala	11 7	8 5	1899 April 9 5	1900 0	119 46 59 6	80 33 4 5	48 13 27 0
885 Ilmatar	10 8	6 7	1897 Dec 25 0	1900 0	280 40 33 7	115 6 88 3	345 44 42 1
886 Siegenra	10 5	6 8	1901 Aug 27 0	1900 0	314 56 50 4	217 4 2 2	167 0 59 8
887 Aquitania	9 8	6 4	1895 Juli 3 5	1900 0	853 6 10 2	158 38 21 0	128 37 56 0
888 Chrybdis	11 7	7 8	1901 Aug 7 0	1900 0	854 17 55 5	326 18 50 0	355 19 11 5
889 Industria	11 1	8 0	1899 Juni 18 0	1900 0	63 27 27 4	262 50 47 8	282 87 51 2
890 Alma	18 5	10 0	1899 Mai 17 0	1900 0	88 15 19 6	188 31 26 0	305 25 82 1
891 Ingeborg	18 4	11 0	1894 Nov 6 0	1900 0	23 31 40 5	145 19 2 0	212 40 47 8
892 Wilhelmina	12 2	8 3	1894 Nov. 4 5	1900 0	42 10 20 6	131 52 8 1	212 8 0 0
893 Lampetia	11 0	7 6	1894 Nov 4 5	1900 0	67 32 20 0	85 38 13 6	215 1 40 2
894 (1894 BH)	18 0	9 6	1894 Nov 23 5	1900 0	55 25 12 3	265 87 56 0	68 18 29 4
895 (1894 BK)	18 0	9 5	1894 Dec 8 5	1900 0	136 43 41 8	20 40 2 1	259 52 27 5
896 (1894 BL)	18 2	9 7	1894 Dec. 2 5	1900 0	156 42 32 8	18 38 52 5	251 17 22 6
897 Vienna	12 6	9 4	1899 Jun 9 0	1900 0	84 37 25 4	186 82 8 0	228 34 84 8
898 (1894 BN)	12 0	8 1	1895 Jan 22 5	1895 0	187 25 12	— — —	281 14 19
899 Persephone	13 0	9 0	1895 März 1 5	1900 0	358 57 41 1	180 49 18 1	347 22 58 7
400 (1895 BU)	14 5	10 4	1895 März 18 5	1900 0	387 44 19 1	220 27 23 7	328 41 7 6

No	$\alpha$	$\varphi$	$\mu$	$\log a$	Berechner	Jahr d Entd	Zahl der beob Opp
361	12° 36' 54" 9	11° 47' 42" 4	449" 924	0 597911	CONILL	1898	2
362	8 4 20 0	2 38 21 1	857 0906	0 4118199	BERBERICH	1898	4
363	5 58 2 5	4 2 21 6	778 921	0 189008	ANFONIAZZI	1898	7
364	6 0 12 3	8 40 15 6	1072 5557	0 316891	BERBERICH	1898	4
365	12 43 27 0	8 20 45 5	755 7728	0 4477486	BERBERICH	1898	2
366	10 35 27 6	3 29 37 9	637 1196	0 497191	BOCCARDI	1898	4
367	2 56 49 2	5 21 23 5	1073 2216	0 346211	BERBERICH	1898	2
368	7 48 15 5	11 8 13 1	663 984	0 185231	BERBERICH	1898	1
369	12 43 49 3	5 37 44 4	824 5119	0 4225887	BERBERICH	1898	3
370	7 51 87 9	5 10 55 7	1001 5535	0 866222	BERBERICH	1898	2
371	7 23 6 7	3 28 31 2	787 7337	0 485752	MADER	1898	5
372	23 40 50 7	15 37 43 1	636 7006	0 4978809	BERBERICH	1898	4
373	15 27 86 4	8 21 4 1	615 0150	0 493611	BERBERICH	1898	2
374	8 57 58 5	4 30 52 0	765 3309	0 4411019	BERBERICH	1898	4
375	15 57 13 5	5 41 17 0	640 8169	0 4955151	HUEER	1898	5
376	5 25 29 2	9 50 37 9	1024 4381	0 859681	BERBERICH	1898	5
377	6 89 41 6	1 26 14 5	801 920	0 429503	CONILL	1898	6
378	6 58 38 7	7 30 14 0	767 2482	0 1138805	BERBERICH	1898	4
379	1 36 35 3	11 5 26 6	611 8191	0 1950490	CONILL	1894	6
380	6 10 17 6	6 33 30 2	809 7820	0 427760	P V NFEUG- BAUFR	1894	8
381	12 84 57 8	7 7 21 7	619 7894	0 5051988	BERBERICH	1894	5
382	7 25 52 9	10 5 38 1	643 9085	0 194122	BERBERICH	1894	3
383	2 39 30 9	10 19 59 5	612 0208	0 4919719	BERBERICH	1891	1
384	5 38 51 5	8 22 31 3	820 6462	0 123900	KROMM	1894	4
385	13 41 17 8	7 27 39 3	740 2412	0 453756	WILL	1894	5
386	20 15 37 0	9 34 26 7	719 2832	0 462071	BERBERICH	1894	6
387	17 57 56 2	13 47 16 3	782 6076	0 4376414	OGURN	1894	6
388	6 30 19 1	3 33 38 0	681 8161	0 477560	BERBERICH	1894	3
389	8 7 7 3	3 53 11 7	812 4772	0 416299	PRYRA	1894	5
390	12 8 52 8	7 28 40 3	821 022	0 423768	CONILL	1894	2
391	28 3 8 0	17 57 30 4	1008 286	0 365721	CONIFI	1894	2
392	16 11 38 5	11 12 8 1	683 267	0 476944	BERBERICH	1894	1
393	14 52 29 3	19 13 87 7	768 835	0 442971	BERBERICH	1894	1
394	6 15 88 1	13 11 82 3	771 095	0 411983	CONIFI	1894	1
395	8 81 42 8	7 16 9 6	764 391	0 444101	CAPON	1894	1
396	2 87 51 3	10 18 80 4	782 986	0 487501	CONILL	1894	1
397	12 43 58 2	14 23 87 9	829 8698	0 420664	MADER	1894	3
398	20 9 57	— — —	684 68	0 47681	CHIAR OIS	1894	1
399	18 8 20 1	3 51 5 6	604 6683	0 484935	BERBERICH	1895	1
400	10 86 51 4	5 15 50 9	641 871	0 495039	BERBERICH	1895	1

Nummer und Name	$m_0$	$g$	Epoche und Osculation	Mittl Acq	$M$	$\omega$	$\Omega$
401 Otilia	12 6	8 2	1895 April 20 0	1900 0	321° 31' 46" 8	181° 20' 19 6	80° 7' 57" 5
402 Chloe	10 7	7 7	1895 März 27 5	1895 0	28 44 8 7	12 26 1 5	129 29 58 1
403 Cyane	12 0	8 5	1900 Juli 30 0	1900 0	127 11 7 2	248 33 83 2	215 42 28 0
404 Aramoe	18 0	10 0	1900 Sept 21 0	1900 0	181 15 48 9	117 40 9 2	92 49 10 2
405 Thia	11 0	8 0	1895 Juli 27 0	1895 0	78 86 85 0	305 12 42 1	255 55 27 9
406 (1895 B)	18 5	9 8	1895 Aug 23 5	1900 0	350 1 59 3	38 81 81 4	817 15 49 5
407 Arachne	11 9	8 7	1895 Nov 10 5	1900 0	17 44 21 6	79 37 50 6	295 9 45 0
408 Fama	13 4	9 2	1895 Octob 15 5	1900 0	354 28 82 9	100 86 57 2	299 29 5 2
409 Aspasia	10 7	7 6	1899 Nov 19 0	1900 0	183 45 6 5	351 8 80 1	242 85 48 1
410 (1896 CH)	11 9	8 8	1896 Jan 8 5	1900 0	245 84 9 5	148 52 48 7	90 24 55 9
411 (1896 CI)	12 5	8 5	1896 Jan 8 5	1900 0	158 42 57 5	194 5 56 8	108 7 51 8
412 Elisabetha	12 1	8 5	1901 Jan 19 0	1900 0	308 17 42 7	88 84 52 2	106 48 40 0
418 Edburga	12 2	9 2	1896 Jan 10 5	1900 0	72 21 21 0	248 52 28 1	105 4 28 9
414 (1896 CN)	18 4	8 6	1898 April 24 0	1900 0	181 57 33 5	299 53 38 0	118 21 46 1
415 Palatia	11 6	8 1	1900 Jan 0 0	1900 0	351 8 15 5	298 88 51 0	128 12 26 4
416 Vaticana	11 5	8 0	1900 Jan 24 5	1900 0	262 84 81 7	195 38 14 1	58 82 86 8
417 Suevia	12 7	9 2	1896 Mai 11 5	1900 0	80 48 55 8	344 23 18 1	200 1 24 1
418 Alemannia	12 6	9 5	1896 Sept 3 5	1900 0	387 51 7 9	123 50 40 4	249 6 42 0
419 Aurelia	11 1	8 0	1901 Dec 5 0	1900 0	143 1 35 5	39 10 52 1	230 18 59 8
420 Bertholda	12 8	7 7	1901 Juni 28 0	1900 0	171 2 12 8	205 82 51 6	247 0 89 0
421 Zähringia	14 2	11 2	1896 Sept 8 5	1900 0	838 0 19 7	205 18 58 6	187 59 16 4
422 Berolina	18 4	11 2	1896 Dec 4 5	1900 0	48 3 80 9	333 4 9 8	8 52 84 1
423 Diotima	11 2	7 2	1896 Dec 8 5	1900 0	111 40 21 6	199 14 29 5	70 19 85 0
424 Grata	12 8	9 3	1900 Nov 20 0	1900 0	387 10 36 9	380 4 8 9	99 26 22 9
425 Cornelia	18 1	9 4	1897 Jan 20 5	1900 0	295 5 56 3	118 47 55 3	61 80 47 8
426 (1897 DH)	11 5	7 8	1897 Sept 30 0	1900 0	172 10 55 2	221 45 51 7	811 58 22 1
427 (1897 DI)	18 1	9 8	1897 Sept 2 5	1897 0	26 0 44 7	5 56 12 6	298 45 80 8
428 Monachia	18 5	11 1	1900 Aug 7 5	1900 0	300 89 10 6	18 51 27 9	17 21 82 2
429 (1897 DL)	11 5	9 4	1897 Nov 24 5	1900 0	39 2 48 0	144 21 83 6	220 89 12 8
430 (1897 DM)	18 2	9 6	1898 Jan 21 5	1898 0	15 12 12 0	174 56 47 0	249 49 40 5
431 (1897 DN)	12 6	8 5	1898 Jan 18 5	1898 0	97 29 58 4	209 20 51 4	117 6 55 0
432 Pythia	11 8	8 7	1902 Jan 14 0	1900 0	219 21 45 8	172 1 12 2	88 85 88 1
433 Eros	9 7	10 6	1900 Octob 31 5	1900 0	301 24 44 7	177 89 6 2	303 80 45 0
434 Hungaria	11 8	10 4	1901 Octob 26 0	1900 0	108 11 82 3	122 39 44 7	174 88 15 2
435 Ella	12 1	9 8	1901 Mai 19 0	1900 0	250 88 56 4	330 53 45 9	28 5 88 1
436 Patricia	12 4	8 2	1898 Sept 20 5	1898 0	342 35 28 5	26 40 86 8	352 0 49 6
437 (1898 DP)	12 7	10 1	1901 April 9 0	1900 0	252 46 18 6	58 25 25 4	268 41 2 5
438 (1898 DV)	12 3	10 8	1898 Nov 12 5	1900 0	294 48 28 7	80 9 25 2	49 89 28 8
439 Ohio	12 7	8 6	1900 Jan 0 0	1900 0	80 57 55 5	281 8 84 8	202 27 52 9
440 Theodora	18 1	10 9	1898 Octob 18 5	1900 0	284 87 41 8	176 8 84 0	292 20 82 1

No	$\alpha$	$\varphi$	$\mu$	$\log a$	Berechn.	Jahr d Entd	Zahl der beob. Obj.
401	6° 5' 36" 0	2° 18' 50" 3	581" 254	0 522270	BI RRI RICH	1895	2
402	11 50 10 2	6 21 19 0	868 759	0 407405	CONN I	1895	3
403	9 8 11 3	5 12 4 0	752 5126	0 148995	BERB RICH	1895	4
404	11 1 25	11 58 51 3	851 8097	0 113109	BI RRI RICH	1895	2
405	11 48 18 6	11 32 21 7	856 811	0 411112	CONN I	1895	5
106	4 12 31 9	10 31 6 1	711 568	0 163975	CAPON	1895	1
107	7 32 25 8	3 55 13 1	831 430	0 119078	BI RRI RICH	1895	3
108	9 6 11 5	7 51 31 1	627 210	0 501729	BI RRI RICH	1895	1
109	11 12 16 1	3 53 20 9	858 5857	0 110815	KLOMM	1895	3
410	9 32 56 1	12 30 4 9	746 590	0 451283	BERB RICH	1896	1
111	19 26 26 9	13 36 81 4	720 585	0 461518	BI RRI RICH	1896	1
112	18 46 38 1	2 21 20 1	772 1798	0 1111130	BLRBI RICH	1896	4
113	18 52 26 6	19 43 23 0	856 555	0 411501	BLRBI RICH	1896	1
114	9 88 25 1	5 29 23 8	510 7539	0 511671	BI RRI RICH	1896	1
415	8 5 41 7	17 36 27 4	762 3720	0 445227	CODDINGTON	1896	3
416	12 55 48 1	12 31 55 2	761 1473	0 115692	BOCCARDI	1896	4
417	6 34 31 4	7 43 11 5	757 116	0 417229	BI RRI RICH	1896	1
418	6 48 16 6	6 57 51 8	817 266	0 414658	BERB RICH	1896	1
419	3 57 85 4	14 46 59 8	850 3821	0 418595	BI RRI RICH	1896	4
420	6 39 28 1	2 39 15 5	580 3324	0 5343739	BERB RICH	1896	3
421	7 51 87 5	16 53 29 6	876 838	0 404725	BI RRI RICH	1896	1
422	5 0 12 9	12 22 39 2	1066 4126	0 848016	WILL	1896	1
423	11 13 35 1	2 17 12 1	663 083	0 485647	BI RRI RICH	1896	2
424	8 12 20 8	6 20 33 9	767 6515	0 4432288	V NIUCH- BAUER	1896	2
425	4 4 22 5	3 26 47 8	724 2918	0 460062	POUTLAU	1896	2
426	19 87 39 4	5 53 54 4	722 1562	0 460797	POURPAU	1897	1
427	5 8 11 1	6 53 23 4	692 493	0 473061	CONN I	1897	1
428	6 13 28 4	10 15 14 4	1009 005	0 364076	VITIGLER	1897	1
429	9 48 20 1	8 21 13 0	816 714	0 414815	CONN I	1897	1
430	14 38 22 3	11 55 51 9	743 175	0 452491	BERB RICH	1897	1
431	1 49 14	9 43 27 5	642 4286	0 494788	POKROWSKY	1897	1
432	12 7 3 9	8 17 23 8	972 6761	0 374692	BI RRI RICH	1897	2
433	10 49 39 0	12 52 17 3	2015 2372	0 1637869	MITOSI VICH	1898	4
434	22 29 59 5	1 11 41 0	1309 1115	0 2886203	BLRBI RICH	1898	2
435	1 50 18 2	8 57 58 9	925 9149	0 3889477	BI RRI RICH	1898	2
436	18 87 46 7	4 41 85 9	622 111	0 504098	BERB RICH	1898	1
437	7 28 88 8	11 15 14 9	964 3819	0 377172	BERB RICH	1898	1
438	6 25 43 8	9 22 43 2	792 554	0 133985	CONILL	1898	1
439	19 7 11 6	4 11 33 9	610 6167	0 495606	CODDINGTON	1898	9
440	1 85 46 4	6 11 19 0	1079 855	0 814562	CODDINGTON	1898	2



Nummer und Name	$m_0$	$\delta$	Epöche und Osculation	Mittl. Äuq	$M$	$\omega$	$\Omega$
441 (1898 <i>ED</i> )	—	—	1898 Dec 9 5	1899 0	339° 12' 50" 8	901° 5' 41" 2	251° 10' 36"
442 Eichsfelder	12 1	9 6	1901 Dec 5 0	1900 0	218 2 30 0	81 13 31 1	131 39 10 8
443 Photogram- phica	12 5	10 2	1899 März 3 5	1900 0	355 18 33 5	315 31 16 1	175 3 36 1
444 Gypsis	11 2	7 7	1899 Mai 30 5	1899 0	229 22 50 7	151 18 57 8	196 12 20 8
445 Edna	13 1	8 9	1900 Jun 0 0	1900 0	19 1 55 0	77 37 19 6	293 23 8 1
446 Acternitis	11 6	8 1	1899 Octob 30 0	1900 0	55 8 27 0	278 2 13 8	12 32 10 7
447 Valentin	12 1	8 2	1901 Febr 8 0	1900 0	86 59 26 6	318 57 12 9	72 20 31 2
448 Natalie	13 7	9 3	1899 Nov 29 5	1900 0	17 18 18 5	392 16 57 1	38 11 10 1
449 Hamburga	11 6	8 6	1901 März 20 0	1900 0	36 3 58 8	15 18 31 6	85 56 38 2
450 Brigitta	12 2	8 8	1899 Nov 9 5	1900 0	19 17 11 8	358 38 18 1	15 29 41 4
451 Patientia	10 7	6 7	1900 Jun 0 0	1900 0	9 31 9 7	331 51 11 9	89 75 31 3
452 (1899 <i>FD</i> )	16 7	13 1	1899 Dec 31 0	1900 0	296 12 7 9	16 39 31 5	92 11 39 0
453 (1900 <i>FA</i> )	—	—	1900 März 22 5	1900 0	296 57 8 8	217 38 18 2	11 29 21 8
454 Mathesis	11 6	8 5	1900 April 28 5	1900 0	353 6 19 7	171 20 11 5	32 33 28 1
455 Buchsalia	11 6	8 3	1900 Juni 16 5	1900 0	296 11 7 0	265 10 36 3	77 12 6 2
456 (1900 <i>FH</i> )	12 4	8 9	1900 Juni 30 5	1900 0	18 21 9 8	7 51 52 1	229 27 0 6
457 Alleghenia	15 5	11 1	1900 Octob 28 5	1900 0	351 0 33 8	129 8 30 3	250 37 59 4
458 (1900 <i>FA</i> )	11 2	10 3	1900 Octob 28 5	1900 0	337 51 20 8	272 15 25 4	135 75 37 5
459 (1894 <i>BD</i> )	13 3	11 3	1894 Nov 1 5	1900 0	337 18 8 1	336 39 18 9	72 31 11 8

## Bahn-elemente der

	Epöche und mittl. Äuq	$I$	$M$	$\omega$
Mercur	1850 Januar 10	327° 7' 17" 8	252° 0' 33" 9	28° 11' 50" 2
Venus	1850 Januar 10	215 30 17 5	116 3 30 0	51 7 22 2
Eide	1850 Januar 10	100 15 11 9	0 23 33 0	100 21 11 9
Mars	1850 Januar 10	83 39 33 1	110 21 39 7	281 51 0 6
Jupiter	1850 Januar 10	160 1 1 1	118 6 2 7	272 58 11 1
Saturn	1850 Januar 10	11 52 21 6	281 15 27 9	337 46 8 7
Uranus	1850 Januar 00	29 12 42 1	218 33 53 1	97 21 11 1
Neptun	1850 Januar 00	335 5 38 1	291 18 7 8	273 9 58 8

No	$\lambda$	$\varphi$	$\mu$	$\log a$	Beobachter	Jahr d. Entd.	Zahl der Beob. Opp.
411	8° 2' 33" 9	5° 1' 11" 4	751" 537	0 119370	CONN I	1898	1
412	6 8 52 0	4 2 51 9	987 8288	0 370217	THAPIN	1899	4
413	4 13 16 2	2 16 39 1	1077 6050	0 315031	THAKIN	1899	1
411	10 13 43 5	9 59 21 0	769 231	0 112632	FAIKY	1899	2
415	21 23 32 6	11 57 45 5	621 2929	0 50 1081	COODINGTON	1899	2
416	10 39 51	7 2 27 0	761 399	0 145596	PAUTY	1899	2
447	4 49 21 1	2 36 20 3	687 1199	0 175219	KRIEGL	1899	2
448	12 11 49 2	9 51 2 5	636 068	0 197668	BIRNBERG	1899	1
449	3 5 51 7	9 41 8 0	877 2911	0 101571	MOTIK	1899	2
450	10 23 50	5 21 56 1	677 719	0 179292	PAISCH	1899	1
451	15 14 8 6	4 29 58 9	662 7216	0 4857823	RODIGER	1899	2
452	8 13 15 8	1 13 23 3	736 622	0 155171	PAIR	1899	1
453	5 31 12 7	6 21 32 3	1098 58	0 339150	CHAROIS	1900	2
454	6 10 15 0	6 18 51 5	833 1158	0 119523	E. BICKER, MULLER	1900	2
455	11 47 15 6	17 56 40 1	797 919	0 132082	BIRNBERG	1900	1
456	14 21 42 1	10 18 21 1	763 100	0 444950	BIRNBERG	1900	2
457	12 52 80 6	10 20 2 3	651 8517	0 190572	PAISCH	1900	1
458	12 86 88 0	11 11 27 8	681 198	0 176550	RIEM	1900	1
459	3 27 48 1	8 33 50 1	1101 735	0 337832	BLADIER	1891	1

## großen Planeten

	$\Omega$	$\lambda$	$\varphi$	$\mu$	$\log a$	Autorität
Merkur	40° 33' 8" 7	7° 0' 7" 7	11° 51' 53" 7	14732" 11967	9 5878214	LEVERRIER
Venus	75 19 52 3	3 23 31 8	0 23 31 5	5767 66982	9 8593866	LEVERRIER
Eide	0 0 0 0	0 0 0 0	0 57 39 1	3518 19286	0 0000006	LEVERRIER
Mars	48 23 53 1	1 51 2 3	5 21 4 5	1886 51831	0 1828932	LEVERRIER
Jupiter	98 50 17 0	1 18 41 4	2 45 56 5	299 12836	0 7162168	LEVERRIER
Saturn	112 20 53 0	2 29 39 8	8 12 51 7	120 45165	0 9802194	LEVERRIER
Uranus	73 14 37 6	0 46 20 9	2 39 25 7	42 23079	1 2837100	NEWCOMB
Neptun	180 7 81 8	1 47 1 7	0 29 12 5	21 53802	1 4787884	NEWCOMB



Namen - Register.



# Namen-Register.

(Die römischen Namen geben die Bände, die arabischen die Seiten an)

## A

A'ANBAWI, Horizontalpendel II 40  
 ABBI, CIVITAND, Sonne III b 75, Universum IV 112 113 116  
 ABBI, L., Fernrohr I 706 707 708 721 731 732 739, Mikrometer III a 91 132  
 ABBI, V., Astrospektroskopie I 397 428  
 ABRAHAM, Chronologie I 614  
 ABUT WEI 4, Finckitung I 49 52  
 ADAMS, JOHN COUCH, Einleitung I 139 159 160, Finckernisse I 813, Kometen und Meteore II 210, Mechanik des Himmels II 454 455 456, Planeten III a 399 413 431, Sternataloge und Sternkarten III b 463  
 AFINUS, Einleitung I 118  
 AGAIKOKIS, Mechanik des Himmels II 455  
 D'AGNILL, JOSIPH LAURENT, Sternataloge und Sternkarten III b 478 479, Universum IV 111  
 D'AHUY, PHILIP, Chronologie I 615  
 AIRY, GEORGE BISHOP, Einleitung I 118 132 159, Altimuth I 204 205, Bahnbestimmungen I 570, Bahnsucher I 574, Chronometer I 625, Finckernisse I 813, Mechanik des Himmels II 451 452 454 455, Mikrometer III a 166 200 203 204 205 206 207 209 212 213 214, Parallaxe III a 321, Persönliche Gleichung III a 376 382, Planeten III a 394 414 415 430 431, Eigenbewegung des Sonnensystems III b 96 103 107 108 109, Sternataloge und Sternkarten III b 458 463 475 480; Uhr IV 25  
 AITKEN, Kosmogonie II 247.  
 ALBATIGNUS (MOHAMMED BLN GHIRAI DATANI), Einleitung I 49 50 51 61  
 AITRI, Fernrohr I 701, Uhr IV 4  
 ALMACH, THEODOR, Abendweite I 164, Altimuth 208, Azimuthbestimmung I 439, Längenbestimmung II 257 258 259, Mikrometer III a 191, Polhöhe III a 450 452 493; Strahlenbrechung III b 596, Zeitbestimmung IV 144 146 157.

D'ALEMBERT, JEAN LE ROND, Einleitung I 117 121 122 130 141 142 145 146, Mechanik des Himmels II 413 615  
 ALEXANDER D GR., Einleitung I 16, Chronologie I 609 610 611 612  
 AITONS X VON CASTILLEN, Einleitung I 54 66  
 ALFRAGANUS, ACHMED MOHAMMED EDN KOTHAIR, Einleitung I 49 51 61  
 ALHAZEN, ABU ALI HASSAN, Einleitung I 52  
 ALNAMON, Einleitung I 49  
 ALPHOVTTN, Chronologie I 614  
 ALPETRAGIUS, Einleitung I 49 52 53  
 AL SUFI, ABD AL RAHMAN, Astrophotometrie I 343 346 347, Sternataloge und Sternkarten III b 455, Sternhaufen III b 524  
 ALIOBLLI, HIERONYMUS, Planeten III a 428  
 AMBEON, L., Helometer II 13 20 21 22 23; Sternhaufen und Nebelflecke III b 527, Sternwarten III b 539, Universalinstrument IV 42 44 45, Universaltransit IV 55, Verticalkreis IV 127 128  
 AMER, Universum IV 118  
 AMICI, GIOVANNI BATTISTA, Acquatoren I 195, Astrophotographie I 246, Astrospektroskopie I 387 388, Mikrometer III a 199 200 201  
 ANAXAGORAS, Kometen und Meteore II 50  
 ANAXANDER, Einleitung I 6 17  
 VON ANDRKO, Astrophotographie I 219  
 ANDREINI, F., Sonne III b 79  
 ANDERSON, Astrophotometrie I 358  
 ANDING, Uhr IV 16 20  
 ANDRÉ, Sternataloge und Sternkarten III b 517  
 ANDRÉS, Sternataloge und Sternkarten III b 497  
 ANGELITTI, Sternataloge und Sternkarten III b 500  
 D'ANGOS, Planeten III a 43-  
 ÅNGSTRÖM, Astrospektroskopie I 394 395 396 397 398 399 405 428, Sonne III b 79, Strahlenbrechung III b 590  
 ANIANUS, Chronologie I 610  
 ANIHELMP, Astrophotometrie I 357 358  
 ANTOINETTE, Einleitung I 134  
 ANTONIADI, Planeten III a 423

ANTONIAZZI, Sterncataloge und Sternkarten III b 510  
 APPIES, Einleitung I 76  
 APIANUS, PRITUS, Einleitung I 71, Kometen und Meteore II 55 68  
 APOIONOMUS, Einleitung I 17 24 25 43, Kometen und Meteore II 50  
 APPEL, D., Uhr IV 28 29  
 ARAGO, Doppelsterne I 676, Kometen und Meteore II 104 116 162 180, Mikrometer III a 220 221 222 223, Mond III a 276, Planeten III a 431 434, Registrierapparate III b 33, Scintillation III b 51 55 56, Strahlenbrechung III b 553  
 ARATUS, Sternataloge und Sternkarten III b 455, Sternhaufen und Nebelflecke III b 524  
 ARCHIMEDES, Einleitung I 18  
 D'ARCY, Kosmogonie II 234  
 ARGELANDER, F. G. W., Einleitung I 162, Astrophotographie I 237 238, Astrophotometrie I 323 324 338 343 347 348 351 353 363, Kometen und Meteore II 119 120 122, Mikrometer III 70, Persönliche Gleichung III a 369 381 382 383, Planeten III a 438, Eigenbewegung des Sonnensystems III b 93 94 98 99 103 107 108 109, Sternbilder III b 112 113 114 115, Sternataloge und Sternkarten III b 458 464 470 472 475 476 484 486 490 491 496 497 502 514 519 520 521, Universum IV 62 63 65 66 69 72 119  
 ARISTARCH, Einleitung I 18 30 58, Mond III a 250, Parallaxe III a 319 320  
 ARISTOTELIS, Einleitung I 15 16 17 72 76 77, Kometen und Meteore II 49 52 59, Mond III a 246, Scintillation III b 54  
 ARISYLL, Einleitung I 19 76, Aequatoreal I 179, Sternataloge und Sternkarten III b 455  
 ARNOID, Chronometer I 625  
 D'ARREST, Kometen und Meteore II 60 73 76 211 223; Mikrometer III a 244, Mond III a 280, Planeten III a 413 428 434 435, Sternhaufen und Nebelflecke III b 525, Sternwarten III b 530, Universum IV 115  
 ARZACHEL (AI ZELAAI), Einleitung I 52 53  
 VON ASIEN, Einleitung I 160, Kometen und Meteore II 74 101, Mechanik des Himmels II 485, Planeten III a 389 390, Sternataloge und Sternkarten III a 470 480  
 ASFRAND, Azimuthbestimmung I 438 439  
 AUFRACH, Persönliche Gleichung III a 378  
 AUGUSTUS, Chronologie I 610 614  
 AUSFELD, Astrophotometrie I 313 315 316  
 AUSTIN, Sternataloge und Sternkarten III 496  
 AUWERS, ARTHUR, Einleitung I 162, Astrophotometrie I 342 357 358, Doppelsterne I 688 689, Finsternisse I 750 763 804 823, Heliotmetr II 11 12 13 16 21, Längenbestimmung II 272, Meridiankreis III a 17, Mond III a 276, Parallaxe III a 346, Planeten III a 418, Precession III b 17, Registrierapparate III b 44, Sonne III b 77, Eigenbewegung des Sonnensystems III b 100 108, Sternataloge und Sternkarten III b 459 460 462 464 465 471

472 473 474 477 478 480 481, 8 haufen und Nebelflecke III b 525  
 AUVOIR, Einleitung I 98, Fernrohr I 703  
 Mikrometer III a 110 111 112 113, neten III a 393

## B

BABINER, Planeten III a 434 435  
 BACKUND, O., Einleitung I 160, Heliot II 17, Kometen und Meteore II 74  
 Mechanik des Himmels II 413 492  
 neten III a 389 390  
 BACON, ROGER, Chronologie I 615  
 BADIN POWELL, Mikrometer III a 219  
 BAILEY, Universum IV 78  
 BAIHAUD, Sternataloge und Sternkarten 517  
 BAILY, Einleitung I 5  
 BAILY, Sternataloge und Sternkarten III 475 478 480 485  
 BAIN, Uhr IV 39  
 BAKHUYZIN, E. F. VAN DE SANDI, Polhöhe 493, Sternataloge und Sternkarten 496  
 BAKHUYZEN, G. H. VAN DE SANDI, Astrophotographie I 279 282 283, Biegung I Mikrometer III a 207, Persönliche Gleichung III a 374 375 381, Polhöhe 491, Strahlenbrechung III b 582 583 586, Universum IV 68  
 DI BAIT, L., Kosmogonie II 229, Eigenbewegung des Sonnensystems III b 108, Sternataloge und Sternkarten III b 501 502  
 BAIT, WILLIAM, Planeten III a 422  
 BAIMAIN, Astrophotographie I 237  
 BAMBERG, C., Aequatoreal I 184, Fernrohr 738, Mikrometer III a 115 118 119, Höhe III a 465, Universaltransit IV 5  
 BARBER, Kometen und Meteore II 73  
 BARNIER, Theilfehler III b 608 611  
 BARRE, Bahnbestimmungen I 502 508 536 537 538 539 560 566 569, Meridian des Himmels II 304 312 314  
 BARKLEY, Doppelsterne I 674  
 BARKOWSKY, Astrophotographie I 302  
 BARIOU, Astrophotographie I 223 224  
 BARNARD, Bahnbestimmungen I 555, Finsternisse I 834 835, Kometen und Meteore 52 56 62 63 74 76 77 94, Mikrometer III a 166, Planeten III a 418 427, Sternhaufen und Nebelflecke III b 525, Universum IV 70 71 76, Zodiakallicht IV 186  
 BARRAI, Mikrometer III a 222  
 BARRY R., Sternataloge und Sternkarten 480  
 BARIOLOS, DANIRI, Planeten III a 399  
 BARSCII, Sternbilder III b 168 218 235 277 297 299 333 338 356 374 411 444  
 BATTERMANN, II, Aberration I 169, Finsternisse I 811, Heliotmetr II 24, Parallaxe III a 322, Sternataloge und Sternkarten III b 460 509, Strahlenbrechung III b  
 BAUMGARTNER, Fernrohr I 707  
 BAUSCHINGER, JULIUS, Biegung I 587 589

- 592, Kometen und Meteore II 77, Mechanik des Himmels II 336 396, Planeten III 439, Sternataloge und Steinkarten IIIb 461 462 502 508, Strahlenbrechung IIIb 562 583 585 587 588 591 598 599 601, Universum IV 113 114
- BAUER, JOH, Einleitung I 76, Steinbilder IIIb 109 111 112 121 218 221 235 248 277 297 299 374 415 416 444, Sternataloge und Steinkarten IIIb 513
- BECKER, ERNST, Mikrometer III 98 157, Persönliche Gleichung III 376, Sternataloge und Steinkarten IIIb 495 504 505, Steinwarten IIIb 540, Uhr IV 20
- BACQUEREL, F, Astrospektroskopie I 428
- BACQUEREL, HENRY, Astrospektroskopie I 397 429, Registrirenapparate IIIb 53
- BLDA, Chronologie I 615
- BRIER, Astrophotographie I 301, Mond III 247 250 256 281, Planeten IIIa 398 402 415
- BILMANN, Astrophotometrie I 343 347 Steinbilder IIIb 112, Sternataloge und Steinkarten IIIb 514, Universum IV 97
- BEKKER, ED, Scintillation IIIb 54
- BEILAMY, Planeten III 414
- BLIOPOLSKY, Astrophotometrie I 360, Astrospektroskopie I 422, Sonne IIIb 66 71, Sternataloge und Steinkarten IIIb 502
- v BLANK JIROUAI, Zeitbestimmung IV 134
- BENOIT, Strahlenbrechung IIIb 553
- BRUNHILLY, Einleitung I 5
- BENZLBERG, Kometen und Meteore II 110 112 113 115 154
- BEARD, Kometen und Meteore II 178
- BERNARDI, Kosmogonie II 235, Planeten IIIa 440
- BERGIUS, Bahnbestimmung I 570
- BERGQUIST, Persönliche Gleichung III 378
- BERNARD, Astrospektroskopie I 396
- DE BERNARDIS, Kometen und Meteore II 61
- BERNOUTI, DANIEL, Einleitung I 117 145, Fernrohr I 705, Kosmogonie II 234, Sternataloge und Steinkarten IIIb 475
- BERNOUTI, JOH, Einleitung I 121
- BEROSUS, Zeitbestimmung IV 181
- BERGHEIM, Kometen und Meteore II 106
- BIRCHOOD, LOUIS, Chronometer 1648, Uhr IV 3
- BIRTRAND, Doppelsterne I 676, Mechanik d Himmels II 456
- BESSARION, Einleitung I 55
- BESSEL, F W, Einleitung I 92 158 159 162, Abendweite I 164, Aberration 170, Almucentar I 200 202, Astrophotographie I 288 291, Astrophotometrie I 326, Bahnbestimmung I 464 528 535 566 567 568 569 570 573, Biegung I 580 581, Doppelsterne I 677 687 688 689, Fernrohr I 705 706 707, Finsternisse I 760 762 764 765 766 789 793 800 807 811 813 814 822 839, Heliometer II 6 8 9 10 11 13 14 15 16 24, Kometen und Meteore II 57 58 69 87 88 101 118 136 137 139, Tafel III 146, Mechanik des Himmels II 308 311 312 374 381 592, Meridiankreis III 7, Methode d kleinsten Quadrate III 30 32, Mikrometer IIIa 67 71 78 83 86 87 147 167 175 176 179 180 181 187 188 193 215 237 238 239 242 244, Mond IIIa 281, Multiplikationskreis III 289, Nutrition III 303, Ortsbestimmung III 310 312, Parallel III 325 346 347 349 351 352, Passageninstrument III 355, Persönliche Gleichung III 368 369 370 376 380, Planeten IIIa 391 394 399 414 415 418 421 424 428 431, Polhöhe IIIa 472, Precession IIIb 16 17, Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 96 99 100 103 107 108 109, Sternataloge und Steinkarten IIIb 457 458 459 462 463 470 475 481 482 485 487 493 515 516, Steinwarten und Steinkarten IIIb 527, Steinwarten IIIb 531, Strahlenbrechung IIIb 551 556 557 558 559 564 566 567 571 576 577 582 594 597 598 600, Theilstrahl IIIb 602 604 605 606 611, Uhr IV 16, Universum IV 62 63 64 65 66 78
- BESSEL, W, Bahnbestimmung I 528 570
- VON BESSEL, Strahlenbrechung IIIb 579
- BIANCHI, Sonne IIIb 65, Sternataloge und Steinkarten IIIb 483 486
- BIANCHINI, Planeten IIIa 394
- BIDDER, G P, Mikrometer III 138
- BIDSCHOI, Sternataloge und Steinkarten IIIb 493 507
- BIDDERMANN, Fernrohr I 701, Uhr IV 5
- BILIA, Kometen und Meteore II 60 73 90 94 101 209 211 212 218 223 224, Mikrometer III 158
- BIGLOW, Registrirenapparate IIIb 81
- BICOURDAN, G, Mikrometer III 126 156 157 158 165 236, Uhr IV 41
- BINLI, J PIR M, Bahnbestimmung I 570 571
- BIOI, Fernrohr I 731 732, Kometen und Meteore II 51 104 106, Strahlenbrechung IIIb 553
- BIRD, Doppelsterne I 671, Mond III 278, Sternataloge und Steinkarten IIIb 480
- BIRKMEYER, L, Doppelsterne I 696
- BIRMINGHAM, Astrophotometrie I 357 358
- BIRI, Mond III 247
- BISCHOF, Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 108 109
- BISCHOF, Doppelsterne I 674, Sternataloge und Steinkarten IIIb 516 518
- BLAKE, Fernrohr I 724
- BRANPAIN, Kometen und Meteore II 75
- BLOCK, F, Azimuthbestimmung I 439
- BROHAM, Uhr IV 27, Zeitbestimmung IV 177
- BOAS, Fernrohr I 749
- BONI, J E, Doppelsterne I 671, Mikrometer III 114, Planeten III 385 428 429 435, Steinbilder IIIb 109, Sternataloge und Steinkarten IIIb 461 475 513, Universum IV 66
- BOISCH, A, Chronologie I 624
- BOUDDICAR, Universum IV 68 118
- BOGUSIAWSKI, Kometen und Meteore II 54, Mikrometer III 92, Mond IIIa 280
- BOHM, Mechanik des Himmels II 453
- BOHNENBERGER, Finsternisse I 760
- VALENTINEK, Astronomie IV



ANTONIAZZI, Sternataloge und Sternhaufen III b 510  
 APELIES, Einleitung I 76  
 APIANUS, PETRUS, Einleitung I 71, Kometen und Meteore II 55 68  
 APOLONIUS, Einleitung I 17 24 25 43, Kometen und Meteore II 50  
 APPEL, D, Uhr IV 28 29  
 ARAGO, Doppelsterne I 676, Kometen und Meteore II 104 116 162 180, Mikrometer IIIa 220 221 222 223, Mond IIIa 276, Planeten IIIa 431 434, Registrierapparate III b 33, Scintillation III b 51 55 56, Strahlenbrechung III b 553  
 ARATUS, Sternataloge und Sternkarten III b 455, Sternhaufen und Nebelflecke III b 524  
 ARCHIMEDES, Einleitung I 18  
 D'ARCY, Kosmogonie II 234  
 ARCPFLANDER, F G W, Einleitung I 162, Astrophotographie I 237 238, Astrophotometrie I 323 324 338 343 347 348 351 353 363, Kometen und Meteore II 119 120 122, Mikrometer IIIa 70, Persönliche Gleichung IIIa 369 381 382 383, Planeten IIIa 438, Eigenbewegung des Sonnensystems III b 93 94 98 99 103 107 108 109, Sternbilder III b 112 113 114 115, Sternataloge und Sternkarten III b 458 464 470 472 475 476 484 486 490 491 496 497 502 514 519 520 521, Universum IV 62 63 65 66 69 73 119  
 ARISFARCH, Einleitung I 18 30 58, Mond IIIa 250, Parallaxe IIIa 319 320  
 ARISTOTILES, Einleitung I 15 16 17 72 76 77, Kometen und Meteore II 49 52 59, Mond IIIa 246, Scintillation III b 54  
 ARISTYLL, Einleitung I 19 76, Aequatoral I 179, Sternataloge und Sternkarten III b 455  
 ARNOID, Chronometer I 625  
 D'ARREST, Kometen und Meteore II 60 73 76 211 223; Mikrometer IIIa 244, Mond IIIa 280, Planeten IIIa 413 428 434 435, Sternhaufen und Nebelflecke III b 525, Sternwarten III b 530; Universum IV 115  
 ARZACHEL (AI ZERKAI), Einleitung I 52 53  
 VON ASTEN, Einleitung I 160, Kometen und Meteore II 74 101, Mechanik des Himmels II 485, Planeten IIIa 389 390, Sternataloge und Sternkarten IIIa 470 480  
 ÅSTRAND, Azimuthbestimmung I 438 439  
 AUERBACH, Persönliche Gleichung IIIa 378  
 AUGUSTUS, Chronologie I 610 614  
 AUSFELD, Astrophotometrie I 313 315 316  
 AUSTIN, Sternataloge und Sternkarten III 496  
 AUJWERS, ARTHUR, Einleitung I 162, Astrophotometrie I 342 357 358, Doppelsterne I 688 689, Finsternisse I 750 763 804 823, Helometer II 11 12 13 16 21, Langenbestimmung II 272, Meridiankreis IIIa 17, Mond IIIa 276, Parallaxe IIIa 346, Planeten IIIa 418, Präcession III b 17, Registrierapparate III b 44, Sonne III b 77, Eigenbewegung des Sonnensystems III b 100 108, Sternataloge und Sternkarten III b 459 460 462 464 465 471

472 473 474 477 478 480 481, Sternhaufen und Nebelflecke III b 525  
 AUZOUR, Einleitung I 98, Fernrohr I 703 720, Mikrometer IIIa 110 111 112 113, Planeten IIIa 393

## B

BABINLT, Planeten IIIa 434 435  
 BACKUND, O, Einleitung I 160, Helometer II 17, Kometen und Meteore II 74 101, Mechanik des Himmels II 413 492, Planeten IIIa 389 390  
 BACON, ROGER, Chronologie I 615  
 BADIN POWELL, Mikrometer IIIa 219  
 BAILEY, Universum IV 78  
 BAILLAUD, Sternataloge und Sternkarten III b 517  
 BAILLY, Einleitung I 5  
 BAILY, Sternataloge und Sternkarten III b 455 475 478 480 485  
 BAIN, UHL IV 39  
 BAKHUYZEN, E F VAN DE SANDI, Polhöhe IIIa 493, Sternataloge und Sternkarten III b 496  
 BAKHUYZEN, G H VAN DE SANDI, Astrophotographie I 279 282 283, Biegung I 591, Mikrometer IIIa 207, Persönliche Gleichung IIIa 374 375 381, Polhöhe IIIa 491, Strahlenbrechung III b 582 583 584 586, Universum IV 68  
 DE BAIL, L, Kosmogonie II 229, Eigenbewegung des Sonnensystems III b 108, Sternataloge und Sternkarten III b 501 505  
 BAIL, WILLIAM, Planeten IIIa 422  
 BAIMAIN, Astrophotographie I 237  
 BAMBERG, C, Aequatoral I 184, Fernrohr I 738, Mikrometer IIIa 115 118 119, Polhöhe IIIa 465, Universaltransit IV 54  
 BARBER, Kometen und Meteore II 73  
 BARNIER, Theilfehler III b 608 611  
 BARRE, Bahnbestimmungen I 502 508 509 536 537 538 539 560 566 569, Mechanik des Himmels II 304 312 314  
 BARKIV, Doppelsterne I 674  
 BARKOWSKY, Astrophotographie I 302  
 BARIOU, Astrophotographie I 223 224  
 BARNARD, Bahnbestimmungen I 555, Finsternisse I 834 835, Kometen und Meteore II 52 56 62 63 74 76 77 94, Mikrometer IIIa 166, Planeten IIIa 418 427, Sternhaufen und Nebelflecke III b 525, Universum IV 70 71 76, Zodiacallicht I 184 186  
 BARRAI, Mikrometer IIIa 222  
 BARRY R, Sternataloge und Sternkarten III b 480  
 BARFOLUS, DANIEL, Planeten IIIa 399  
 BARFICH, Sternbilder III b 168 218 235 248 277 297 299 333 338 356 374 415 416 444  
 BATIERMANN, H, Aberration I 169, Finsternisse I 811, Helometer II 24, Parallaxe IIIa 322, Sternataloge und Sternkarten III b 460 509, Strahlenbrechung III b 601  
 BAUMGARTNER, Fernrohr I 707  
 BAUSCHINGER, JULIUS, Biegung I 587 589 590

592, Kometen und Meteor II 77, Mechanik des Himmels II 336 396, Planeten III 439, Sternataloge und Sternkarten IIIb 461 462 502 508, Strahlenbrechung IIIb 562 583 585 587 588 591 593 599 601, Universum IV 113 114  
 BAILY, JOHN, Einleitung I 76, Sternbilder IIIb 109 111 112 124 218 221 235 248 277 297 299 374 415 416 444, Sternataloge und Sternkarten IIIb 513  
 BECKER, ERNST, Mikrometri III 198 157, Personliche Gleichung IIIa 376, Sternataloge und Sternkarten IIIb 498 504 505, Sternwarten IIIb 540, Uhr IV 20  
 BECQUEREL, E., Astrospektroskopie I 428  
 BECQUEREL, HENRY, Astrospektroskopie I 397 429, Registrierapparate IIIb 53  
 BIDA, Chronologie I 615  
 BIGGS, Astrophotographie I 301, Mond III 247 250 256 281, Planeten III 398 402 415  
 BILHMANN, Astrophotometrie I 343 347 Sternbilder IIIb 112, Sternataloge und Sternkarten IIIb 514, Universum IV 97  
 BIRKBY, ED., Scintillation IIIb 54  
 BLI LAMY, Planeten III 414  
 BLI OPOISKY, Astrophotometrie I 360, Astrospektroskopie I 422, Sonne IIIb 66 71, Sternataloge und Sternkarten IIIb 502.  
 v BINKO JELONIM, Zeitbestimmung IV 134  
 BENOIT, Strahlenbrechung IIIb 553  
 BENJAMIN, Einleitung I 5  
 BENJAMIN, Kometen und Meteor II 110 112 113 115 154  
 BÉRARD, Kometen und Meteor II 178  
 BERNARDI, Kosmogonie II 235, Planeten IIIa 440  
 BERGUIS, Bahnbestimmung I 570  
 BERGUIS, Personliche Gleichung III 378  
 BERNARD, Astrospektroskopie I 396.  
 DL BERNARDINI, Kometen und Meteor II 61  
 BERNOLLI, DANIEL, Einleitung I 117 145, Fernrohr I 705, Kosmogonie II 234, Sternataloge und Sternkarten IIIb 475  
 BERNOLLI, JOHN, Einleitung I 121  
 BERGUIS, Zeitbestimmung IV 181  
 BERNHARDSON, Kometen und Meteor II 106  
 BERGHOUD, LOUIS, Chronometer I 648, Uhr IV 3  
 BERTRAND, Doppelsterne I 676, Mechanik d Himmels II 456  
 BESSARION, Einleitung I 55  
 BISSI, K W, Einleitung I 92 158 159 162, Abendwende I 164, Aberration 170, Almanach I 200 202, Astrophotographie I 288 291, Astrophotometrie I 326, Bahnbestimmung I 464 528 535 566 567 568 569 570 573, Biegung I 580 581, Doppelsterne I 677 687 688 689, Fernrohr I 705 706 707, Finsternisse I 760 762 764 765 766 789 793 800 807 811 813 814 822 839, Helometrie II 6 8 9 10 11 13 14 15 16 24, Kometen und Meteor II 57 58 66 87 88 101 118 136 137 139, Tafel III 146, Mechanik des Himmels II 308 311 312 374 381 592, Meridiankreis IIIa 7, Methode d kleinsten Quadrate IIIa 30 32, Mikrometer IIIa 67

71 78 83 86 87 147 167 175 176 179 180 181 187 188 193 215 237 238 239 242 244, Mond III 281, Multiplikations- kette III 289, Nutrition III 303, Orts- bestimmung III 310 312, Parallel III 325 316 347 349 351 352, Passagen- instrument III 355, Personliche Gleichung III 368 369 370 376 380, Plan- neten III 391 394 399 414 415 418 421 424 428 431, Polhöhe III 472, Präcession IIIb 16 17, Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 96 99 100 103 107 108 109, Sternataloge und Stern- karten IIIb 457 458 459 462 463 470 475 481 482 485 487 493 515 516, Sternhaufen und Nebelstücke IIIb 527, Sternwarten IIIb 531, Strahlenbrechung IIIb 551 556 557 558 559 564 566 567 571 576 577 582 594 597 598 600, Tafel IIIb 602 604 605 606 611 Uhr IV 18, Universum IV 62 63 64 65 66 78  
 BESSLER, W., Bahnbestimmung I 528 570  
 VON BEYER, Strahlenbrechung IIIb 579  
 BIANCHI, Sonne IIIb 65, Sternataloge und Sternkarten IIIb 483 486  
 BIANCHINI, Planeten IIIa 394  
 BIDDER, G P., Mikrometer III 138  
 BIDDER, Sternataloge und Sternkarten IIIb 493 507  
 BIDDERMANN, Fernrohr I 701, Uhr IV 5  
 BILIA, Kometen und Meteor II 60 73 90 94 101 209 211 212 218 223 224, Mikro- metri III 158  
 BIGLOW, Registrierapparate IIIb 81  
 BIGOURDAN, G., Mikrometri IIIa 71 126 156 157 158 165 236, Uhr IV 41  
 BINI, J P M., Bahnbestimmung I 570 571  
 BIODI, Fernrohr I 731 732, Kometen und Me- teore II 51 104 106, Strahlenbrechung IIIb 553  
 BIRBY, Doppelsterne I 671, Mond IIIa 278, Sternataloge und Sternkarten IIIb 480  
 BIRKBY, L., Doppelsterne I 696  
 BIRMINGHAM, Astrophotometrie I 357 358  
 BIRI, Mond III 247  
 BIRCH, Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 108 109  
 BIRBY, Doppelsterne I 674, Sternataloge und Sternkarten IIIb 516 518  
 BIRBY, Fernrohr I 724  
 BIRNBAIM, Kometen und Meteor II 75  
 BIRCH, L., Azimuthbestimmung I 439  
 BIRNAM, Uhr IV 27, Zeitbestimmung IV 177  
 BOAS, Helometrie I 749  
 BOBY, J F., Doppelsterne I 671, Mikrometer III 114, Planeten III 385 428 429 435, Sternbilder IIIb 109, Sternataloge und Sternkarten IIIb 461 475 513, Uni- versum IV 66  
 BOICKI, A., Chronologie I 624  
 BOJNICKE, Universum IV 68 118  
 BOGUSLAWSKI, Kometen und Meteor II 54, Mikrometer III 192, Mond IIIa 280  
 BOHLEN, Mechanik des Himmels II 453  
 BOJNLINBI RGI R, Finsternisse I 760

- BOLTE, Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 107
- BOMAS, Kometen und Meteore II 163
- BOND, Astrophotographie I 300 303 304, Astrophotometrie I 332 341 342 363, Kometen und Meteore II 74, Mechanik des Himmels II 330, Planeten III 423 424 425 426 427 428 431 432, Registrierapparate IIIb 33 34, Steinhausen und Nebelflecke IIIb 525
- BONITACIUS IV, Chronologie I 614
- BONPLAND, Kometen und Meteore II 114
- BONITAPIS, Fernrohr I 706 707
- BORASTON, Universum IV 103 110
- BORDA, Längenbestimmung II 275, Multiphrikonometer III 288
- BORILLUS, PETRUS, Fernrohr I 700
- BORILLY, Kometen und Meteore II 75, Steincataloge und Sternkarten IIIb 517
- BORGIN, Steincataloge und Sternkarten IIIb 499
- BOSCOVICH, R. J., Einleitung I 97 118 151 153, Bahnbestimmung I 568, Fernrohr I 705, Mikrometer III 71 217
- BOSS, LEWIS, Kometen und Meteore II 71, Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 108, Steincataloge und Sternkarten IIIb 473 474, Universum IV 105
- BOSSCH, M. J., Kometen und Meteore II 69 76, Steincataloge und Sternkarten IIIb 472 480
- BOUGULAK, Einleitung I 118 163, Astrophotometrie I 326 331 332 362, Mikrometer II 4 5, Mikrometer III 198
- BOUQUA, Personliche Gleichung III 382
- BOURDIN, UH IV 14
- BOUVARD, Kometen und Meteore II 74, Planeten III 429 430 431
- BRADLEY, JAMES, Einleitung I 98 117 118 158 162, Aberration I 170, Altazimuth I 204, Doppelsterne I 671, Methode der kleinsten Quadrate III 40, Mikrometer IIIa 67, Navigation III 306, Parallel III 316, Planeten III 427 429, Precession IIIb 16, Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 100 107 108, Steincataloge und Sternkarten IIIb 457 458 459 460 462 473 475 476 487 498 504 515
- BRAHE, CHRISTIAN, Einleitung I 67
- BRAHE, TYCHO & TYCHO
- BRANDT, Mikrometer III 65
- BRANDS, FERDINAND I 722, Helometer II 5, Kometen und Meteore II 110 112 113 115 116 126 133 135 136 146 160 162 163
- BRAHEAR, Astrophotographie I 222, Fernrohr I 748, Steinwarten IIIb 546
- BRAUN, C., Astrophotographie I 222, Kosmogonie II 229, Personliche Gleichung IIIa 376, Theilfehler IIIb 611
- BRUDICHIN, IN., Kometen und Meteore II 66 87 88 222, Planeten III 417, Steincataloge und Sternkarten IIIb 491 502
- BREIN, Planeten III 429
- BREGUET, Chronometer I 630 634
- BRILLHAUPT, Astrophotographie I 267
- BRILNICK, Einleitung I 160, Längenbestimmung II 275, Steincataloge und Sternkarten IIIb 516
- BRINDLEY, M., Mikrometer IIIa 221 225 227 229 230 231 233 234 235
- BRILLIANT, Kometen und Meteore II 116
- BRISWILL, Mikrometer III 112
- BRIGGS, H., Einleitung I 94
- BRINKLEY, Bahnbestimmung I 500, Steincataloge und Sternkarten IIIb 480 481 482
- BRINKMEIER, J., Chronologie I 624
- BRISCH, POLLOCK III 491, Steincataloge und Sternkarten IIIb 482
- BRISBANI, Steincataloge und Sternkarten IIIb 475 483
- BROOKS, Bahnbestimmung I 561, Kometen und Meteore II 52 62 69 77 94, Mechanik des Himmels II 336 343 351 358
- BROOKIN, Kometen und Meteore II 70 75 94 95 218, Zodiaklicht IV 185
- BROWNING, JOHN, Astrophotographie I 221 230 246 251, Astrophotometrie I 375 379 380 386, Mikrometer IIIa 138 201, Planeten III 417
- BRUNN, CARL, Kometen und Meteore II 74 75, Registrierapparate IIIb 41, Strahlenbrechung IIIb 557
- BRUNO, STEINWARTEN IIIb 531
- BRUNNER, AQUATONAL I 194 195
- BRUNNOW, Bahnbestimmung I 535 572 573, Kometen und Meteore II 71, Mechanik des Himmels II 312, Methode der kleinsten Quadrate IIIa 39 39, Mikrometer IIIa 186
- BRUNO, GIORGIO, Einleitung I 72 78
- BRUNOWSKI, JOHANN, Astrophotometrie I 356 358
- BRUNS, H., Einleitung I 151, Methode der kleinsten Quadrate IIIa 32, Strahlenbrechung IIIb 549 552 571, Theilfehler IIIb 610 611
- BYGONE, Astrophotometrie I 357
- BUCCHIONI, FINESSINE I 839, Planeten IIIa 433
- BUCKINGHAM, AQUATONAL I 194, Kometen und Meteore II 73
- BURON, Einleitung I 121, Kosmogonie II 246
- BURTON, ALTAMUTH I 204
- BUTLAND, Einleitung I 96, Kometen und Meteore II 60
- BURATINI, Planeten IIIa 393
- BURCHETT, Astrophotometrie I 353
- BURKHARDT, J. C., Bahnbestimmung I 569 570, Feintheorie I 813, Kometen und Meteore II 72, Mechanik des Himmels II 459, Mikrometer III 68 104, Planeten IIIa 429, Precession IIIb 17
- BURK, FEINTHEORIE I 813, Mechanik des Himmels II 459
- BURKE, J., Einleitung I 72 94, UH IV 4
- BURNHAM, Doppelsterne I 674 675 690, Mikrometer III 128 134, Planeten IIIa 418, Steincataloge IIIb 112 113
- BURTON, CH. E., Mikrometer IIIa 136

BUSARUS, Einleitung I 76  
BUSCH, Helometer II 10, Sternatloge und Sternkarten IIIb 485

C

CACCIAIORE, Astrophotoskopie I 405; Sternatloge und Sternkarten IIIb 480  
CALAB, JULIUS, Einleitung I 31, Chronologie I 613 614  
CAGNOT, Mikrometer IIIa 243, Sternatloge und Sternkarten IIIb 479 480  
CALANDRILLI, Sternatloge und Sternkarten IIIb 492  
CAJANDRIN, Einleitung I 122  
CAIIPUS, Einleitung I 15 16 17  
CAITANDRAU, Kometen und Meteore II 93 219  
CAMPANI, GIUSEPPE, Fernrohr I 702 719  
CAMPANI, MAURO, Fernrohr I 702  
CAMIANUS, JOHANNIS, Einleitung I 53  
CAMPIRI, Astrophotoskopie I 380 406 409, Kometen und Meteore II 56, Universum IV 110  
CAMPHAUSN, L., Astrophotographie I 258, Astrophotoskopie I 370 389 428  
CAPPIA, MARIANUS, Einleitung I 48 58  
CAPPII, Sternatloge und Sternkarten IIIb 494  
CAPOCCI, Kometen und Meteore II 211, Planeten IIIa 433  
CARIANUS, Chronometrie I 634, Kometen und Meteore II 208  
CARI, PH, Fernrohr I 721 736, Mikrometer IIIa 126, Uhr IV 19  
CARTINI, Bahnbestimmung I 509, Sternatloge und Sternkarten IIIb 485  
CARPINIER, Uhr IV 40  
CARRINGTON, R. C., Sonne IIIb 63 65 66 72, Sternatloge und Sternkarten IIIb 486 491 492 519  
CARLIGIUS, RINALDUS (DI CARLIS), Einleitung I 116, Fernrohr I 700 701, Kosmogonie II 228  
CARUS, Kometen und Meteore II 107  
CARY, Sternatloge und Sternkarten IIIb 481  
CASAPPI, Chronometrie I 647 649  
CASSI GRAIN, Astrophotographie I 214 238 256, Fernrohr I 704 744 746, Mikrometer IIIa 202  
CASSINI I 1625—1712 (JAN DOMINIQUE) Einleitung I 96 97 117 118 120, Astrophotometrie I 357, Bahnbestimmung I 571, Kosmogonie II 243 244, Mechanik des Himmels II 605 609, Mikrometer IIIa 65 66 68 100 167, Mond IIIa 247 264 276 277, Parallaxe IIIa 328, Planeten IIIa 393 398 399 414 415 420 422 426 427 428, Sonne IIIb 65, Zodiakal licht IV 184  
CASSINI II 1677—1756 (JACQUES) Einleitung I 118 120, Planeten IIIa 393 425 428, Sonne IIIb 69  
CASSINI IV 1748—1845 (JAN DOMINIQUE) Sternatloge und Sternkarten IIIb 479  
CASIOR, Doppelsterne I 677  
CAIPII, Persönliche Gleichung IIIa 379  
CAUCIOIX, Aequatorial I 194

CAUCHY, L. H., Einleitung I 156, Bahnbestimmung I 570 571, Mechanik des Himmels II 395, Strahlenbrechung IIIb 589  
CAUSTAND, Astrophotographie I 239 240  
CAVIFY, A., Bahnbestimmung I 534 572, Finsternisse I 813  
CELORIA, GIOVANNI, Kometen und Meteore II 52, Universum IV 73 74 84 88 89 120 121  
CENSOKINUS, Einleitung I 5 48  
CEKASKI, W., Astrophotometrie I 344, Sternatloge und Sternkarten IIIb 508  
CERULLI, Planeten IIIa 410, Sternatloge u Sternkarten IIIb 507  
CHACORNAC, Sternatloge und Sternkarten IIIb 516 517 518, Universum IV 74  
CHALLIS, J., Einleitung I 159 571, Kometen und Meteore II 75, Planeten IIIa 431  
CHAMBERS, Universum IV 70  
CHANCE, Fernrohr I 706 707  
CHIANDLII, S. C., Almkantur I 196 197 202, Astrophotometrie I 350 364, Kometen u Meteore II 65 66 72 92 93, Mechanik des Himmels II 604, Mikrometer IIIa 104 Polhöhe IIIa 493, Sternbilder IIIb 112 449, Sternatloge und Sternkarten IIIb 461, Strahlenbrechung IIIb 598  
CHIANTZIDAKIS, Kometen und Meteore II 161  
CHAPPI, Kometen und Meteore II 183  
CHAPPEL, Strahlenbrechung IIIb 553  
CHAPPIER, Kometen und Meteore II 96 97  
CHARRIORS, Astrophotographie I 239, Kometen und Meteore II 62 63 75, Planeten IIIa 440  
CHANI, Helometer II 23  
CHIRADNI, Einleitung I 161, Kometen und Meteore II 51 105 106 108 110 111 112 113 114 115 116 126 159 208  
CHIRISIL, W. II M., Astrophotometrie I 316 363, Astrophotoskopie I 387 388 428, Persönliche Gleichung IIIa 374, Planeten IIIa 409, Sternatloge und Sternkarten IIIb 501  
CHICRO, Einleitung I 31 53  
CHIRAUDI, A. C., Einleitung I 117 121 122 123 124 125 129 130 133 140 145 146 147 158, Mechanik des Himmels II 406 555 604  
CHIRE, Aequatorial I 194, Doppelsterne I 688, Fernrohr I 742, Mikrometer IIIa 115 127 128 132 133, Planeten IIIa 413, Sternbilder IIIb 113, Sternatloge und Sternkarten IIIb 517  
CHIRSEN, TH., Bahnbestimmung I 519 571, Kometen und Meteore II 72 75 90 91, Mikrometer IIIa 218 219, Sternatloge und Sternkarten IIIb 488  
CHIRIENS, Sternatloge und Sternkarten IIIb 522  
CHIRPANI, Uhr IV 22  
COGGIA, Kometen und Meteore II 70 94, Sternatloge und Sternkarten IIIb 517  
COHN, FRITZ, Sternatloge und Sternkarten IIIb 457 481  
COLLA, Kometen und Meteore II 94 218

COMMON, Astrophotographie I 225, Kometen und Meteore II 75  
 COMSTOCK, G. C., Sternataloge und Sternkarten IIIb 502 503  
 DE CONDORCET, J. M., Bahnbestimmung I 569  
 CONIARINO, Polhöhe IIIa 477 485 490, Sternataloge und Sternkarten IIIb 500  
 COOK, Äquatorial I 194 195, Astrophotographie I 243, Fernrohr I 735 737  
 COOPER, Sternataloge und Sternkarten IIIb 486 517  
 COPELAND, Astrospektroskopie I 409 423 425, Planeten IIIa 389, Polhöhe IIIa 480, Sternataloge und Sternkarten IIIb 486 499  
 COTLERNICUS, NICOLAUS, Einleitung I 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 72 73 74 75 77 78 79 80 93 95 96 97 98 99, Kometen und Meteore II 159, Mikrometer IIIa 91, Parallaxe IIIa 32 341, Polhöhe IIIa 480, Universum IV 58 98  
 COQUILLIERT, LUGENL, Kometen und Meteore II 113  
 CORDR, Kometen und Meteore II 181 213  
 CORNU, A., Astrophotographie I 452, Astrospektroskopie I 396 399 426 429, Strohlinienbrechung IIIb 590  
 CORRIAN, Kometen und Meteore II 211  
 CORVINUS, MAIHIA, Einleitung I 55  
 COSTA, Fernrohr I 701 702 703  
 COUTVIER GRAVIER, Kometen und Meteore II 158 159 160 163 164 169 184  
 COUMBAR, Planeten IIIa 433  
 CRAIG, Astrophotographie I 301  
 CRASSUS, HORAIUS, Kometen und Meteore II 55  
 CRELLI, Methode der kleinsten Quadrate IIIa 45  
 CRW, Astrospektroskopie I 426  
 CRISWICK, Persönliche Gleichung IIIa 382  
 CROIX, Kosmogonie II 232  
 CROOKS, Astrophotographie I 301, Kosmogonie II 230 231  
 CROSSLY, Doppelsterne I 685, Universum IV 123  
 CROVA, Astrophotometrie I 331 363  
 CROLS, Kometen und Meteore II 62  
 CUSA, NICOLAUS VON, Einleitung I 58, Chronologie I 615  
 CYSAIUS, Kometen und Meteore II 57 59, Sternhaufen und Nebulose IIIb 524  
 CZAPSKI, S., Fernrohr I 706 708 721 722 723 726 727 737 738 739, Mikrometer IIIa 132 237  
 CUPPER, L., Methode der kleinsten Quadrate IIIa 30 39 58

## D

DAGUET, Fernrohr I 706 707  
 DALMEYER, Astrophotographie I 235  
 DAMOISLAU, Einleitung I 158, Finsternisse I 813 838, Mechanik des Himmels II 449 454 455, Parallaxe IIIa 339

DANKWORTH, O., Chronologie I 602  
 DARRON, Doppelsterne I 676  
 DARWIN, C. H., Kosmogonie II 220 230  
 DARWIN, C. H., Finsternisse I 814, Horizonwandel II 10, Kosmogonie II 233 242, Mechanik des Himmels II 601  
 DARRON, Kometen und Meteore II 105 109 151  
 DAVIDSON, Kometen und Meteore II 94 218  
 DAVIS, Sternataloge und Sternkarten IIIb 480  
 DAVY, HENRY, Kometen und Meteore II 115 126  
 DAWES, W. R., Astrophotometrie I 316 321 363, Doppelsterne I 674 675, Mikrometer IIIa 163 166 167 168 169, Planeten IIIa 401 417 123 414 416, Sternbilder IIIb 113  
 DECEPIS, Planeten IIIa 433  
 DECAMPI, Einleitung I 5, Bahnbestimmung I 465 546, Finsternisse I 838, Polhöhe IIIa 446, Sonne IIIb 65  
 DECAUVAY, Ch., Einleitung I 132 139 159, Finsternisse I 813 814, Mechanik des Himmels II 451 452 451 454 456 458, Parallaxe IIIa 339  
 DEHN, Kosmogonie II 130, Parallaxe IIIa 338  
 DEMBOWSKI, Doppelsterne I 674 675, Mikrometer IIIa 163, Sternbilder IIIb 113  
 DEMOKRIT, Kometen und Meteore II 50 59, Universum IV 57  
 DENKER, Uhr IV 20  
 DENNIS, Kometen und Meteore II 52 77 181 201 213, Planeten IIIa 117 420  
 DENI, Chronometrie I 639, Uhr IV 15 22 25, Zeitbestimmung IV 177 178  
 DINIA, Kometen und Meteore II 213  
 DIAMOND, Astrophotographie I 215 247  
 DIAMOND, Einleitung I 121  
 DIWAR, Astrospektroskopie I 421  
 DIWERT, Einleitung I 121  
 DIXON, Kometen und Meteore II 154 156 158  
 DIXON, Fernrohr I 722  
 DIXONIAN, Chronologie I 610 614  
 DIOM, Einleitung I 17  
 DIOMIDES LACRUS, Einleitung I 17, Kometen und Meteore II 50  
 DIOMIDES, LACRUS, Chronologie I 614 615  
 DIORNET, Methode der kleinsten Quadrate IIIa 30  
 DISCHINGER, Astrospektroskopie I 426  
 DISCHINGER, Sternataloge und Sternkarten IIIb 509  
 DIVINI, GUSTACHIO, Fernrohr I 703  
 DOMER, W., Planeten IIIa 430, Sternataloge und Sternkarten IIIb 511, Uhr IV 20, Universum IV 110  
 DOLAN, Doppelsterne I 673, Sternataloge u. Sternkarten IIIb 482, Zeitbestimmung IV 158 164 165  
 DORTON, GEORGE, Mikrometer IIIa 202 223  
 DORTON, JOHN, Fernrohr I 705 718 724, Mesometer II 5, Mikrometer IIIa 198 199

DOUGLASS, FREDERICK, Fernrohr I 705 706, Mikrometer III a 216  
 DONATI, Kometen und Meteore II 55 56 86 94 102  
 DOWELL, CHRISTIAN, Einleitung I 163, Astrophotometrie I 359, Astrospektroskopie I 382 399 403 424 425 426 427 428, Doppelstern I 675 690  
 DOWELL, Einleitung I 98  
 DOWD, FREDERICK I 706, Kometen und Meteore II 116  
 DOWD, Zeitbestimmung IV 177  
 DOWNING, Mechanik des Himmels II 573, Sternkataloge und Sternkarten III b 462 464 485  
 DRACONIS, Sternkataloge und Sternkarten III b 491  
 DRAKE, HENRY, Astrophotographie I 300 302 301, Astrospektroskopie I 391 396 397 423, Fernrohr I 747  
 DREYER, Polhöhe III a 480, Sternbilder III b 112 114 119 120 123 125 129 130 131 136 139 146 147 148 152 153 156 157 161 162 163 164 165 166 168 172 173 177 178 181 182 183 185 186 188 190 191 196 200 201 202 207 211 212 213 214 215 216 217 219 221 222 224 225 226 227 228 230 231 232 233 234 236 242 243 246 247 249 250 251 252 256 257 258 259 262 265 266 267 268 269 271 272 275 276 278 279 283 284 285 286 289 293 294 295 296 298 300 302 306 307 308 309 310 311 312 314 315 316 317 319 320 322 325 326 329 331 332 336 338 340 342 347 348 354 355 357 358 363 364 365 366 367 371 372 373 375 376 377 378 381 382 383 384 385 387 389 390 393 394 398 400 401 402 404 405 409 410 412 414 416 417 418 422 423 424 425 426 429 434 435 436 437 438 439 440 441 442 445 447 452, Sternkataloge und Sternkarten III b 499, Sternhaufen und Nebelflecke III b 525, Universum IV 113 114  
 DUBOIS, F., Bahnbestimmung I 458 572  
 DUKAKI, Stahlrichtung III b 553 554  
 DUBOIS, Schüttelung III b 51 52 53 54 56  
 DÜRRING, Kosmogonie II 234  
 DUMOUR, Kometen und Meteore II 69  
 DUNN, Astrospektroskopie I 426 427, Doppelstern I 674 675, Mikrometer III a 182 183, Sonne III b 71  
 DUNKIN, Persönliche Gleichung III a 382, Eigenbewegung des Sonnensystems III b 108  
 DUNN, JAMES, Kometen und Meteore II 74, Sternbilder III b 113, Sternhaufen und Nebelflecke III b 524  
 DUNN, Einleitung I 119  
 DUPRE, Kosmogonie II 229  
 DUTRIER, Chronometer I 625 629

E

EARNSTAW, Chronometer I 625 626  
 EASTMAN, Persönliche Gleichung III a 374, Sonne III b 76, Sternkataloge und Sternkarten III b 498

EASTON, Universum IV 63 65 68 70 118 119 120 121 122 123  
 EBERHARD, G., Kosmogonie II 229 230 242  
 EHRH, H., Kosmogonie II 228 230, Mond III a 248 286 287 288  
 EHRH, Zeitbestimmung IV 179 180  
 EDL, J. M., Astrophotographie I 244 271  
 EGG, UH I 39  
 FERRIER, Astrospektroskopie I 399  
 FERRIER, UH I 38  
 EHRH, R., Horizontalpendel II 39 41  
 EICHENS, MARTIN, Acquirator I 194 195  
 ELL, Chronometer I 625 643  
 FICHT, Planeten III a 426  
 FIKIN, Heliummeter II 17 23, Kometen u Meteore II 60 61, Parallaxe III a 352, Sternkataloge und Sternkarten III b 463, Sternhaufen und Nebelflecke III b 527  
 ELLI, R. L. J., Sternkataloge und Sternkarten III b 501  
 ELLI, Persönliche Gleichung III a 382  
 ENCKE, JOHANN, FRANZ, Einleitung I 92 155 160 163, Bahnbestimmung I 459 464 466 482 497 504 505 546 547 551 552 557 570 571, Koordinaten I 665, Doppelstern I 676, Finsternisse I 821 828, Interpolation II 41, Kometen und Meteore II 60 68 69 74 75 86 90 94 101 102 227, Längenbestimmung II 275, Mechanik des Himmels II 307 330 485 492 493, Mechanische Quadratur II 618, Methode der kleinsten Quadrate III a 32 34, Mikrometer III a 199, Parallaxe III a 338 341, Persönliche Gleichung III a 368, Planeten III a 389 390 414 422 423 424 425 426 427 428 436, Eigenbewegung des Sonnensystems III b 107, Sternkataloge und Sternkarten III b 461, Sternkarten 531  
 V ENCKE, Planeten III a 398  
 ENGLI, F., Universum IV 124  
 ENGELMANN, RUDOLPH, Astrophotometrie I 342 363, Doppelstern I 674, Heliummeter II 6 13, Kometen und Meteore II 74, Kosmogonie II 236, Mikrometer III a 67 78 175 215 242, Planeten III a 399 418 419, Sternkataloge und Sternkarten III b 460 496 497  
 ENGELMANN, Kometen und Meteore II 75  
 ENNIUS, Mechanik des Himmels II 455  
 ERGENS, Einleitung I 17, Kometen und Meteore II 50  
 ERFF, Sternkataloge und Sternkarten III b 490  
 ERSTIN, Universum IV 119 120 121  
 ERLAUSMANN, Einleitung I 18 30  
 ERCK, Planeten III a 413  
 ERMANN, Einleitung I 161, Kometen und Meteore II 147 188 189 195 196 209, Eigenbewegung des Sonnensystems III b 107  
 ERNST II HERZOG VON GÖTTA, Sternwarten III b 531  
 ERST, Teilfehler III b 602 603 606, Vertikalkreis IV 127  
 ESPIN, Astrophotographie I 230, Astrospektroskopie I 422  
 FESLADACH, Astrospektroskopie I 396  
 EUCLID, Mechanik des Himmels II 279

- EUDOKUS, Einleitung I 9 10 11 13 14 15 16  
17 52, Sternataloge und Sternkarten  
IIIb 455
- EULER, LEONH, Einleitung I 115 117 121 122  
131 132 133 138 140 141 142 143 145  
146 148 149 150 153 154 159 160,  
Astrophotometrie I 333 335 342 362,  
Bahnbestimmung I 504 515 531 559  
560 568 569 573, Fernrohr I 704 705,  
Kosmogonie II 234, Mechanik des Him-  
mels II 298 301 366 372 565 567 602  
603 604, Planeten III 386, Strahlen-  
brechung IIIb 568
- EVERHART, Miss, Sternataloge und Sternkarten  
IIIb 522
- EWING, Horizontalspindel II 32
- EYMER, K, Scintillation IIIb 51 55 57
- EYNER, SIGM, Persönliche Gleichung III 375  
377 378

## F

- FABRICIUS, DAVID, Einleitung I 76 78 96,  
Astrophotometrie I 353 356, Sternbilder  
IIIb 208
- FABRICIUS, JOHANNIS, Einleitung I 76, Sonne  
IIIb 60
- FABRITIUS, W, Bahnbestimmungen I 452 464  
496 569 573, Mikrometer III 70 100,  
Ort IIIa 313, Sternataloge und Stern-  
karten IIIb 502, Strahlenbrechung IIIb  
562
- FALLOWS, F, Sternataloge und Sternkarten  
IIIb 475 482 484
- FARADAY, Fernrohr I 706, Kosmogonie II 231
- FASBINDER, Chronologie I 624
- FAUTH, Mikrometer IIIa 279, Planeten IIIa  
415 416 423 424
- FAYE, Einleitung I 160, Kometen u Meteore  
II 75 127 179 222 227 228, Kosmogonie  
II 228 235 240 241 243 244 245, Pla-  
neten IIIa 414, Polhöhe IIIa 491, Sonne  
IIIb 66 70 73 74 84, Strahlenbrechung  
IIIb 582
- FELCHNER, Astrophotometrie I 322 323 324,  
FLICKE, Registrierapparate IIIb 38 39
- FEDORENKO, IVAN, Sternataloge und Stern-  
karten IIIb 479
- FELL, Fernrohr I 706 707 740
- FELDR, L, Chronologie I 624, Kometen und  
Meteore II 116 118 146
- FERGOLA, Polhöhe III 492
- FELGUSSON, Planeten IIIa 434 435
- FERRARIS, Fernrohr I 706 736
- FUILLER, Doppelsterne I 671
- FILVEL, CH, Astrophotoskopie I 394 398 429
- FINLAY, Helometer II 23, Kometen und Me-  
teore II 60 61 75 77
- FISCHER, Methode der kleinsten Quadrate IIIa  
39
- FITZ, Aequatorial I 194 195
- FIZLAU, Planeten IIIa 410
- FLAMMARION, C, Doppelsteine I 685 687
- FRANKE, JOHN, Einleitung I 98, Kometen  
und Meteore II 68, Planeten IIIa 429,  
Sternbilder IIIb 109 111, Sternataloge  
und Sternkarten IIIb 456 475 478 479  
513

- FIAUGRUGGS, Mikrometer IIIa 68, Planeten  
III 394, Sternataloge und Sternkarten  
IIIb 479
- FRIBERG, R, Doppelsteine I 674
- FRINI, ALBERT S, Sternataloge und Stern-  
karten IIIb 509
- FOTIF, Eigenbewegung des Sonnensystems  
IIIb 108
- FONIANA, FELIX, Einleitung I 118, Mikro-  
meter IIIa 116, Planeten IIIa 398 399  
420
- FORNIS, Astrophotometrie I 331 363, Planeten  
IIIa 434
- FORSIER, W, Biegung I 583, Kometen und  
Meteore II 74, Mikrometer IIIa 132 134  
140 144 191, Polhöhe IIIa 475 477 480,  
Sternataloge und Sternkarten IIIb 461  
471, Uhr IV 19, Universalität IV 54
- FORSIER, Fernrohr I 746
- FOUCAULT, Astrophotographie I 230 231, Fern-  
rohr I 708 745 747
- FOUPFER, Einleitung I 146, Mechanik des Him-  
mels II 308 492, Mechanische Quadratur  
II 637 642
- FRACASTOR, Einleitung I 71, Kometen und  
Meteore II 55
- FRANKLAND, Astrophotoskopie I 423, Sonne  
IIIb 75
- FRANZ, J, Helometer II 9 11, Mechanik des  
Himmels II 609 612 618
- FRANKFORD, Einleitung I 163, Aequatorial I  
179 189 195, Astrophotographie I 258  
302, Astrophotoskopie I 368 387 396  
400 405 407 408 409 410 412 428,  
Doppelsteine I 673, Fernrohr I 707 722  
724 726 727 728 735 739 741, Heli-  
ometer II 4 5 6 7 8 12 13 16 24, Mikro-  
meter IIIa 69 70 71 90 91 114 115 118  
119 121 122 126 127 128 129 144 162  
189 199 237, Registrierapparate IIIb 34,  
Sonne IIIb 64 78 79, Strahlenbrechung  
IIIb 589
- FRIC, J, Astrophotographie I 222
- FRIDRIK, Persönliche Gleichung IIIa 378.
- FRIDRIK II VON DÄNEMARK, Einleitung I 67
- FRIDRIK II VON PREUSSEN, Einleitung  
I 53
- FRIDRIK II VON PREUSSEN, Einleitung I 121  
133, Chronologie I 616
- FRISCHAU, J, Bahnbestimmung I 572.
- FRISIUS, GAMMA, Zeitbestimmung IV 181
- FRISCH, K, Fernrohr I 746, Planeten IIIa  
433
- FRIESS, Astrophotographie I 243 244; Mikro-  
meter IIIa Teil II Seite 134, Registrier-  
apparate IIIb 38 40
- FUCHS, Fernrohr I 705, Strahlenbrechung IIIb  
563 595.

## G

- GAHLOI, Planeten III 434.
- GAHSC, C, Zeitbestimmung IV 172
- GAIR, Mikrometer IIIa 102
- VAN GATEN, Kometen und Meteore II 75
- GAHNE, GAHNE, Einleitung I 74 75 76 77  
94 99 101, Astrophotographie I 256;  
Astrospektroskopie I 391, Fernrohr I 700



- 701, Mond IIIa 246 281, Parallaxe IIIa 349, Planeten IIIa 393 413 418 420 425, Sonne IIIb 60 61 69, Uhr IV 3 4 5 6, Universum IV 58
- GALILI, VINCIIZIO, Uhn IV 5
- GALLI, Einleitung I 160, Kometen und Meteor. II 52 200 211, Parallaxe IIIa 331, Planeten IIIa 423 424 425 427 431
- GALLI, Planeten IIIa 426
- GALLOWAY, Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 108
- GAMBARI, Kometen und Meteor. II 73
- GASCOIGNI, WILLIAM, Einleitung I 98, Fernrohr I 720, Kometen und Meteor. II 53, Mikrometer IIIa 110 111
- DE GASLAKIS, A., Bahnbestimmung I 571
- GASPARINI, Einleitung I 97, Planeten IIIa 420
- GAUDINI KI, Mond IIIa 279
- GAUSS, CARL FRIEDRICH, Einleitung I 115 154 157 158 159 163, Bahnbestimmung I 452 457 464 465 467 478 486 489 490 492 493 195 508 509 515 522 526 533 534 535 536 570 571 572 573, Chronologie I 619 621 624, Coordinaten I 662 663 665 667, Fernrohr I 705 710 715 722 723 724 726 728 736, Finsternisse I 828, Illichonop II 27, Kometen und Meteor. II 73 210, Mechanik d. Himmels II 302 303 312 374 395 397 576, Mechanik IIIa 10, Methode der kleinsten Quadrate IIIa 29 34 49 51 52 54 55 63, Planeten IIIa 385 414 435, Precession IIIb 4 8 9, Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 107, Sternatologe u. Sternkarten IIIb 481, Zitterbestimmung IV 157
- GAUTHIER, Astrophotographie I 269 270, Sternatologe und Sternkarten IIIb 508
- GAUTHIER, Sonne IIIb 74
- GAZE-TOUSSA, Strahlenbrechung IIIb 552 553 554
- CHABRIER, Kometen und Meteor. II 116
- CHIFFER, Fernrohr I 720
- CHIFFER, Fernrohr I 737, Uhn IV 3 12 13 14 15
- CHIFFER, Astrophotographie I 256 276, Astrophotographie I 377 409 410, Kometen und Meteor. II 59
- CHIFFER, Uhn IV 34
- CHIFFER, Chronometer I 619, Uhn IV 1, 14
- CHIMA, COGNIZIUS, Kometen und Meteor. II 54 56
- CHENKLEIN, Kosmogonie II 228
- CHOK FRIEDRICH VON KANDENBURG, ANSLACH, Einleitung I 76
- GEORG III VON FRIEDLAND, Einleitung I 156
- GIRIAND, F., Fernrohr I 700 701 702 703, Uhn IV 5
- GIACOMINI, F., Sternatologe und Sternkarten IIIb 506
- GIBBS, J. W., Bahnbestimmung I 573
- GIERE, FRIEDRICH VON KORM, Einleitung I 66
- GILL, DAVID, Astrophotographie I 226 234 237 279 280 282 295, Illichonop II 17 22 23, Parallaxe IIIa 330 331 332 340 352, Personliche Gleichung IIIa 381, Sternatologe und Sternkarten IIIb 463 466 499 507 521, Strahlenbrechung IIIb 591 600
- GILLIES, Parallaxe IIIa 330, Sternatologe u. Sternkarten IIIb 486 489
- GIRNIT, F. K., Einleitung I 119, Chronologie I 601, Finsternisse I 797 816 817, Kometen und Meteor. II 69
- GLASNAPE, Aberration I 171, Doppelsterne I 674
- GRIFFITH, Doppelsterne I 674 685
- GODIN, Sternatologe und Sternkarten IIIb 462
- GOISCHMIDT, Fernrohr I 722, Planeten IIIa 437, Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 527
- GOODRICK, Astrophotometrie I 350 351
- GOLDAN, Methode der kleinsten Quadrate IIIa 46
- GOREL, Astrophotometrie I 350 364, Planeten IIIa 389, Universum IV 95 98
- VON GOTTIARD, Astrophotographie I 219 221 222 223 225 226 227 228 229 234 235 236 237 239 241 242 244 245 246 247 248 249 251 253 254 255 256 263 270 271 273 277, Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 527
- GOULD, BENJAMIN A., Einleitung I 162, Astrophotographie I 304, Astrophotometrie I 343 347 349, Bahnbestimmung I 497, Kometen und Meteor. II 55 70, Planeten IIIa 437, Sternbilder IIIb 111 112 126 141 167 189 341 377, Sternatologe u. Sternkarten IIIb 464 479 499 503 514 521, Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 527, Universum IV 66 67 68 69 70 77 96 97 122
- GRANHAM, Registerapparate IIIb 46, Sternatologe und Sternkarten IIIb 486 517, Uhn IV 14 23
- GRANJIAN, Chronometer I 648
- GRANI, ROBERT, Sternatologe und Sternkarten IIIb 497 506
- GRASIOU, Uhn IV 10 11 21
- GRAU, Uhn IV 36
- GRAY, HORIZONTPENDEL II 32
- GRIFIN, Universum IV 68
- GRIM, Kometen und Meteor. II 181 183 213
- GRILGOR, J. H., Einleitung I 94, Chronologie I 615, Kometen und Meteor. II 185
- GRITORS, D., Einleitung I 97, Fernrohr I 703 744
- GRIMMARD, Mond IIIa 246
- GRISCHOW, Kometen und Meteor. II 72
- GRONMANN, S. H., Einleitung I 162, Sternatologe und Sternkarten IIIb 475 476 480
- GROSSIAND, Uhn IV 29
- GROSSMANN E., Mikrometer IIIa 164, Uhn IV 13
- GRÖTIEND, II, Chronologie I 624
- GRUBB, HOWARD, Acquisitoral I 194, Astrophotographie I 226 230, Astrophotometrie I 380, Fernrohr I 746, Mikrometer IIIa 132 133 136
- GRUBLER, Kometen und Meteor. II 181 213



GRUEY, Biegung I 591, Iheilfehler IIIb 611, Zodiakallicht IV 184  
 GRUITTUZZEN, Horizontalpendel II 28, Mond III 247, Planeten III 417 433  
 GUNWALD, Kosmogonie II 231  
 GULTIMUS, AIIAS HIKSAU(HN)IS, Einleitung I 53  
 GUINAUD, Fernrohr I 706  
 VON GUMPACH, JOHANN, Chronologie I 596 598  
 GUSSEV, Persönliche Gleichung III 371  
 VON GUICHOUEN, GIKHAKD, Fernrohr I 702  
 GYLDEN, HUGO, Einleitung I 138 159, Aberration I 171, Astrophotometrie I 328, Bahnbestimmung I 573, Mechanik des Himmels II 395 446 457 493 494 497 498 499 505 510 513 514 517 519 520 601, Sternkataloge und Sternkarten IIIb 472 499, Strahlenbrechung IIIb 558 559 560 561 562 563 564 565 566 577 587 589 596 597 598, Universum IV 95

## H

HADLEY, Einleitung I 117, Jacobastab II 40, Niveaur, Nivaurupier III 289, Planeten III 425, Prismenkreis IIIb 16 20  
 VON HAEDEL, Kometen und Meteor II 52, Planeten IIIa 390 415  
 HAEDEL, Horizontalpendel II 37, Methode der kleinsten Quadrate III 30, Sternkataloge und Sternkarten IIIb 490  
 HAIN, Sternhaufen und Nebellücke IIIb 527  
 HAIMINGLER, Kometen und Meteor II 159  
 HAKIM, Einleitung I 53  
 HALB, G., Astrophotographie I 222 247  
 HALL, A., Einleitung I 108, Doppeldrucke I 674, Mikrometer III 169 172, Planeten III 399 413 420 421 425 426 439, Sternhaufen und Nebellücke IIIb 526  
 HALL, MAXWELL, Astrophotometrie I 340, Parallaxe III 329  
 HALL, Einleitung I 51 117 118 119 120 121 139 147 148, Astrophotometrie I 353, Finsternisse I 813, Kometen und Meteor II 52 57 68 69 88 94 111, Tafel III 218, Mechanik des Himmels II 304 403, Parallaxe III 327 333 338, Sonne IIIb 75, Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 92, Sternbilder IIIb 109, Sternkataloge und Sternkarten IIIb 456, Sternhaufen und Nebellücke IIIb 524  
 HALM, Sternkataloge und Sternkarten IIIb 486  
 HALPHEN, Doppelsterne I 676  
 HAMBURGER, M., Chronologie I 624  
 HAMILTON, Mechanik des Himmels II 289  
 HANALI, Mikrometer IIIa 223  
 HANSSEN, PETLH ANDR., Einleitung I 137 140 146 147 153 159 162, Astrophotographie I 216, Bahnbestimmung I 464 466 484 492 493 498 499 570 571 572 573, Biegung I 580 581, Chronologie I 594, Finsternisse I 753 760 765 766 768 769 770 771 789 795 796 808 813 816 817 818 827 828, Helometer II 6 24, Mechanik des Himmels II 311 330 343 372 374 396 415 416 418 419 421 422 426

428 429 430 444 451 453 454 455 456 459 460 478 638 643, Meridiankreis IIIa 8 14, Mikrometer III 87 199 238, Mond III 245, Parallaxe IIIa 325 326 338 339 340, Passageninstrument IIIa 355, Planeten III 393 399, Registrierapparate IIIb 43 44 46, Sternkataloge und Sternkarten IIIb 470, Strahlenbrechung IIIb 551, Iheilfehler IIIb 604 610 611, Zeitbestimmung IV 138  
 HAKOURI, Fernrohr I 739  
 HADINE, Einleitung I 157, Planeten III 390 391 398 414 418 419 436, Sternkataloge und Sternkarten IIIb 515 516  
 HAKANI, Biegung I 575, Persönliche Gleichung III 374, Planeten III 102, Sonne IIIb 77 79  
 HARRISON, WILLIAM, Chronometrie I 625, Uhr IV 12 32  
 HARRINGTON, Kosmogonie II 228  
 HAKING, P., Fernrohr I 700 702  
 HARMANN, J., Finsternisse I 751 757, Persönliche Gleichung III 371 376 379 380  
 HARRIS, Chronometrie I 625  
 HARRISON, K., Fernrohr I 701 703  
 HAKIWI, Astrophotographie I 357 (vgl. Benachrichtigung), Helometer II 17, Kometen und Meteor II 62, Mikrometer IIIa 222, Planeten III 393  
 HAKVIA, PAUL, Einleitung I 159, Mechanik des Himmels II 388 396 497 498 505 519, Sonne IIIb 66 67, Sternkataloge und Sternkarten IIIb 467 504, Strahlenbrechung IIIb 549, Zeitbestimmung IV 158 164 165 166  
 HASSAN, ISAAC BIN SANI, Einleitung I 54  
 HASTINGS, Astrophotographie I 217, Astrospiegelkopie I 405 408 409 410, Kometen und Meteor II 89, Sternhaufen u. Nebellücke IIIb 530  
 HASTING, q., Sonne IIIb 82  
 HASTI, Scintillation IIIb 51  
 HAUSDORF, Strahlenbrechung IIIb 549  
 HAKIR, Horizontalpendel II 41  
 HAKIK, Astrophotometrie I 306 333  
 HAKI, Planeten IIIa 435  
 HAKRONN, Kometen und Meteor II 116  
 HAKTUS, Kometen und Meteor II 58  
 HAKI, Astrophotometrie I 343 347, Kometen und Meteor II 117 118 119 132 146 180 181 183 184 211 213, Planeten IIIa 429, Sternbilder IIIb 112 116 126 132 150 154 158 169 175 179 184 187 189 192 203 209 223 229 231 233 236 246 253 261 272 279 301 303 313 316 323 327 333 343 351 359 369 379 390 402 406 413 419 428 431 445, Sternkataloge und Sternkarten IIIb 514, Universum IV 67 69 97 98 118, Zodiakallicht IV 184  
 HAKELN/RIEDER, Kometen und Meteor II 72  
 HAKI, Sternbilder IIIb 109  
 HAKI, Fernrohr I 702  
 HAKPRI, Mikrometer IIIa 165 166 190, Polhöhe IIIa 473, Sternhaufen und Nebellücke IIIb 526, Strahlenbrechung IIIb 586

- ИТТМОИ I, Fernrohr I 706 738, Kosmogonie II 229 231 232 234 239 245 246, Mikrometer III 219, Personliche Gleichung III 378 380, Sonne IIIb 91  
 ИЕНКЕ, Planeten III 436, Sternatologe und Sternkarten IIIb 516  
 ИЕНДЕРСОН, Parallaxe III 346, Personliche Gleichung III 382, Sternatologe und Sternkarten IIIb 458 484 486  
 ИЕНГЛЕ, L., Horizontalpendel II 28 29 30  
 ИЕННИРИ, J. F., Bahnbestimmung I 569  
 ИЕНРЫ, PAUL, Astrophotographie I 229  
 ИЕНРЫ, ПЕТРОВИЧ, Astrophotographie I 229 287, Stillenbuchung IIIb 589  
 ИЕНРЫ, PAUL u. PROSKIN, Acquistical I 192 194, Astrophotographie I 231, Biegung I 589, Kosmogonie II 241, Personliche Gleichung III 382, Sternatologe und Sternkarten IIIb 517 518 522  
 ИИПЕРИЯ, Stillenbuchung IIIb 557  
 ИИКАЦИДИ, Einleitung I 16, Kometen und Meteore II 49  
 ИИРМАНН, Personliche Gleichung IIIa 378  
 ИИРМИЛ, Mechanik des Himmels II 507  
 ИИРОДОТ, Einleitung I 3, Sonne IIIb 60  
 ИИКОИИ/К, Uhr IV 39  
 ИИРР, Methode der kleinsten Quadrate IIIa 29 35 39, Prismenkreis IIIb 25  
 ИИРРИКА, Kometen und Meteore II 159 179 211 213, Planeten III 433  
 ИИКАЧИИ, АИВАНДИКЪ, Kometen und Meteore II 125 163 211 212 213 220, Sonne IIIb 78  
 ИИРШИИ, CAROTINI, Einleitung I 156, Fernrohr I 704, Kometen und Meteore II 74  
 ИИРШИИ, JOHN, Einleitung I 108 162 163, Astrophotometrie I 307 312 341 348 353 363 397, Doppelstern I 673 675, Fernrohr I 706 722, Mikrometer IIIa 155, Planeten IIIa 424 438, Sternbilder IIIb 112 113 114 115 116 117 118 122 124 126 127 128 133 134 135 136 138 139 141 142 143 144 145 146 151 154 155 156 159 160 161 167 169 170 171 172 175 176 177 180 181 184 185 187 188 189 190 192 193 194 195 196 198 199 200 203 204 205 206 209 210 211 219 220 221 222 223 224 228 229 231 233 235 237 238 239 240 241 242 246 248 253 254 255 261 262 263 264 265 271 273 274 275 277 278 280 281 282 283 289 290 291 292 293 298 299 301 302 304 305 306 313 314 316 318 319 321 322 323 324 325 327 328 330 332 333 334 335 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 351 352 353 354 357 359 360 361 362 363 369 370 371 375 377 379 380 381 386 387 388 389 390 391 392 393 397 399 400 402 403 404 406 407 408 409 411 412 413 414 415 417 419 420 421 422 428 431 432 433 334 444 445 446 447 449 450 451 452, Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 524 525, Universum IV 65 68 74 75 96 112 113 116 120  
 ИИРШИИ, WILHELM, Einleitung I 156 162 163, Astrophotometrie I 343, Doppelsterne I 671 672 673 685, Fernrohr I 704; Kometen und Meteore II 55 89, Kosmogonie II 228 231 232 243, Mikrometer III 112 113 114, Mond III 276 280, Parallaxe III 349, Planeten III 394 400 402 419 420 425 427 428 429 430, Sonne IIIb 61 62 64 69 74, Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 92 94 107, Sternbilder IIIb 113 115, Sternatologe und Sternkarten IIIb 475, Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 524 525 526 528 529, Sternwarten IIIb 538, Universum IV 60 61 63 64 65 66 72 74 75 86 89 90 91 94 95 111 112 116 120 121 123  
 ИИКИИ, Heliometer II 17  
 ИИКИИ/СРНИ, Sternatologe und Sternkarten IIIb 478  
 ИИКА, НОКЛЕИ, Einleitung I 46 52 54 66 93, Kometen und Meteore II 54, Mechanik des Himmels (Verf.) II 604, Methode der kleinsten Quadrate III 48 (Verf.), Niveau, Nivauaprufer III 297 (Verf.), Sonne IIIb 74 (Verf.) 80 (Verf.), Zeitbestimmung IV 143 (Verf.) 148 (Verf.) 164 (Verf.) 168 (Verf.) 171 (Verf.) 172 (Verf.)  
 ИИВИ, Einleitung I 97 98 120, Astrophotometrie I 356, Diopter I 670, Fernrohr I 702, Kometen und Meteore II 54 55 56 57 59 60 86, Mond IIIa 246 254 255 256 259 260 264 265 266 268 276 277 280 281, Planeten III 390 420, Sternbilder IIIb 109 168 179 301 313 323 402 403 445, Sternatologe und Sternkarten IIIb 456 475 513, Sternhaufen u. Nebelflecke IIIb 524  
 ИИВД, Zeitbestimmung IV 178  
 ИИИКЕР, J., Chronometer I 648, Sternatologe und Sternkarten IIIb 506  
 ИИИКА, АИВМ, Astrophotographie I 276 277, Astrospektroskopie I 379 380 387  
 ИИИ, Mechanik des Himmels II 505, Planeten III 393 415  
 ИИИИ/В ГАИРФРИНГЕН, F. Freiherr, Einleitung I 31  
 ИИИД, Astrophotometrie I 357 358, Bahnsucher I 574, Kometen und Meteore II 68 73 224, Planeten III 431 432, Sternatologe und Sternkarten IIIb 462 516 517, Universum IV 74  
 ИИИП, МАИИАС, Mikrometer IIIa 130, Personliche Gleichung IIIa 371, Registrirapparate IIIb 35 36 37 38 40 47, Uhr IV 20 36 37  
 ИИИИИИ, Einleitung I 19 20 25 27 30 33 34 36 47 48 50 76 93, Kometen und Meteore II 53, Parallaxe III 319 320 326, Sternbilder IIIb 223, Sternatologe und Sternkarten IIIb 455  
 ИИИИ, Astrophotometrie I 336, Kosmogonie II 243, Planeten III 427  
 ИИРШ, Astrophotometrie I 316 363, Personliche Gleichung IIIa 371, Uhr IV 20  
 ВОН ИИРШ, Fernrohr I 721 722  
 ИИРК, Kometen und Meteore II 98  
 ИИИИИ, Universum IV 60  
 ИИРМАНН, Astrospektroskopie I 378

- HORMANN, A. W., Fernrohr I 700; Planeten IIIa 433, Uhr IV 3 5  
 HÖHWU, Uhr IV 18 20  
 HOLAGU ILLKHAH, Einleitung I 53  
 HOLDEN, Astrophotographie I 225, Kometen und Meteore II 74, Planeten IIIa 410 412, Sonne IIIb 76 77 81 82, Steincataloge und Sternkarten IIIb 503, Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 525 529, Universum IV 71 74 75  
 HOLMES, Kometen und Meteore II 52 77  
 HOLWARDA, Astrophotometrie I 353  
 HOMANN, Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 97  
 HOMISCH, Uhr IV 37  
 HOOKE, Fernrohr I 702  
 HORNE, Äquatoriel I 190  
 HORNFR, Astrophotometrie I 321  
 HORNSBY, Steincataloge und Sternkarten IIIb 479  
 HORNSTEIN, C., Astrophotometrie I 313 363, Bahnbestimmung I 531 532 571, Kosmogonie II 240  
 HORTFROW, Mikrometer IIIa 112, Nulition IIIa 306 308, Passageninstrument IIIa 355, Planeten IIIa 398, Polhöhe IIIa 467 476 479 485 486 491, Sonne IIIb 67, Strahlenbrechung IIIb 601, Universaltransit IV 55, Zeitbestimmung IV 172  
 HORROV, Finsternisse I 821, Parallaxe IIIa 338  
 HOUTY, Kometen und Meteore II 59, Planeten IIIa 415 416  
 HOUZEAU, J. C., Einleitung I 138, Astrophotometrie I 343 347, Bahnbestimmung I 571, Heliometer II 25, Steincataloge u Sternkarten IIIb 514, Universum IV 66 67 68 79 82 84 85 93 98 111 118  
 HOWARD, Croca Co., Uhr IV 28  
 HUBBARD, Kometen und Meteore II 60 73  
 HUGGINS, Einleitung I 163, Astrophotographie I 220 230 256, Astrophotoskopie I 391 396 404 406 407 408 409 423 427 429, Kosmogonie II 235, Mond IIIa 279 280, Sonne IIIb 62 78 79 80, Sternhaufen u Nebelflecke IIIb 529  
 HUMBOLDT, A. von, Kometen und Meteore II 51 113 115 159 179 181 186 187 211, Mechanische Quadranten II 618, Scintillation IIIb 51 52 54 55  
 HUSSEY, Planeten IIIa 394  
 HUTT, Kometen und Meteore II 74  
 HUYCHENS, CHRIST., Einleitung I 75 97 98 99 113, Fernrohr I 701 702 703 716 719 720 730 734, Mikrometer IIIa 112, Planeten IIIa 399 400 402 420 427 428, Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 524, Uhr IV 4 5 6 7 9 10 11 20 32, Universum IV 58  
 HUYCHENS, CONSIANIN, Fernrohr I 702  
 HYPATIA, Einleitung I 48

## J

- JACOB, Steincataloge und Sternkarten IIIb 488 492  
 JACOB, Einleitung I 159, Mechanik des Himmels II 289 291 395 412 507 551 566, Methode der kleinsten Quadrate IIIa 45

- JACOB, II, Astrophotographie I 279 282 286 292, Heliometer II 23 27, Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 527  
 JAHN, Steincataloge und Sternkarten IIIb 515  
 JAMIN, Scintillation IIIb 57  
 JANSOHN, Astrophotometrie I 356 358  
 JANSSEN, Astrophotographie I 213 218 220 226, Astrophotoskopie I 385 399, Sonne IIIb 62 77 78  
 JANSSEN, ZACHAR, Fernrohr I 700  
 JAOUH, Einleitung I 122  
 JAVITI, Kometen und Meteore II 75 77, Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 525.  
 JEN JUNG, Einleitung I 53  
 JETTER, Chronologie I 603 624  
 JIAUKAI, Steincataloge und Sternkarten IIIb 462  
 JIRZSEFWICZ, Doppelsterne I 674  
 JISSE, O., Biegung I 586  
 JINSHRAM, Steincataloge und Sternkarten IIIb 516  
 JOHANN III, Fernrohr I 705  
 JOHNSON, Einleitung I 162, Astrophotometrie I 323, Heliometer II 16, Planeten IIIa 414, Steincataloge und Sternkarten IIIb 462 475 484  
 JOHNSON, Astrophotographie I 243  
 JOLEY, Uhr IV 38  
 JONAS, Astrophotographie I 300, Mikrometer IIIa 202 204, Uhr IV 30, Zodiakalisch IV 184  
 JONAS, Astrophotographie I 240  
 JONGE, Äquatoriel I 195  
 JURGENSEN, UHMAN, Chronometrie I 618, Uhr IV 15  
 JUST, Astrophotographie I 221  
 JURY, J., Bahnbestimmung I 570, Mechanik des Himmels II 535, Strahlenbrechung IIIb 559 560 561 562 563 567 587.

## K

- KASINIK, Astrophotometrie I 362  
 KAISER, P., Doppelsterne I 674, Fernrohr I 702, Kosmogonie II 231 273, Mikrometer IIIa 126 166 170 181 182 199 206 207 212 213 214, Persönliche Gleichung IIIa 371 372 373 376, Planeten IIIa 389 393 399 400 401 402 414 426 427 431, Sternhaufen IIIb 531, Theilflecke IIIb 608 611, Uhr IV 20  
 KATIFUS, Chronologie I 612  
 KATILNIKUNSK, P., Chronologie I 623  
 KAN, N. M., Steincataloge und Sternkarten IIIb 477 492  
 KARMERIK, Zeitbestimmung IV 171  
 KAMIZ, Scintillation IIIb 51  
 KANI, Kometen und Meteore II 84, Kosmogonie II 228 229 230 231 232 233 234 237 238 239 241 242 243 244 245 246, Sonne IIIb 91, Universum IV 58 123.  
 KAPILYN, J. C., Astrophotographie I 279 282 295 296, Parallaxe IIIa 350, Polhöhe IIIa 477 480 485, Steincataloge u Sternkarten IIIb 499 522, Universum IV 72 101 104 105 106 107 108 109.

- KARL DER GROSSE, Einleitung I 53  
 KALLER, Planeten III a 422  
 KALLHARINA, Mond III a 246  
 KATHARINA II, Einleitung I 121  
 KAYSER, E., Astrophotometrie I 321, Astrospektroskopie I 398, Persönliche Gleichung III a 376, Strahlenbrechung III b 589  
 KELLER, J. E., Astrospektroskopie I 408 421 422 427 429, Mechanik des Himmels II 563, Planeten III a 410, Universum IV 123  
 KELLNER, Fernrohr I 730, Mond III a 279  
 KELVIN, Lord, Kosmogonie II 246, s. auch THOMSON W.  
 KEMPT, P., Astrophotometrie I 323 344 364, Astrospektroskopie I 394 429, Mikrometer III a 94 100, Planeten III a 415, Eigenbewegung des Sonnensystems III b 97, Universum IV 78  
 KERNIK, Einleitung I 67 76 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 105 156, Astrophotometrie I 356, Bahnbestimmung I 455 456 457 459 462 522 524 564 569 571 572 573, Chronologie I 615, Doppelsterne I 677 678 695, Fernrohr I 701, Finsternisse I 760, Kometen und Meteore II 68 208, Kosmogonie II 235 246, Mechanik des Himmels II 493, Parallaxe III a 319 320 321 322 325 326, Planeten III a 413, Sonne III b 60 61, Sternbilder III b 168, Universum IV 58, Zeitbestimmung IV 129  
 KERNIK, Fernrohr I 726  
 KESSELS, Mikrometer III a 88, Uhr IV 13  
 KINC, EDUARD, Kometen und Meteore II 113  
 KINNEBROOK, Persönliche Gleichung III a 386  
 KIRCH, GOTTFRIED, Einleitung I 98 117, Astrophotometrie I 350, Kometen und Meteore II 56 94 218, Mikrometer III a 111, Planeten III a 397.  
 KIRCHOFF, Einleitung I 163, Astrospektroskopie I 421, Sonne III b 61 69 78 79 86, Uhr IV 7  
 KIRKWOOD, Kometen und Meteore II 222 223, Kosmogonie II 239 240  
 KLIEFF, A., Chronometrie I 634  
 KLIEBER, Kometen und Meteore II 121 181, Kosmogonie II 243  
 KLIN, FR., Uhr IV 35 36 37 38 39  
 KLEIN, II J., Mond III a 279, Universum IV 68 69  
 KLINGNAPF, Fernrohr I 705  
 KLINGRIEDT, Einleitung I 163, Bahnbestimmung I 458 497 498 570 572, Doppelsterne I 676, Kometen und Meteore II 73 94 218, Ost III a 313, Sternataloge und Sternkarten III b 494  
 KLUGEL, G. S., Bahnbestimmung I 569, Eigenbewegung des Sonnensystems III b 94 107  
 KMFELT, Sternataloge und Sternkarten III b 481  
 KNOBIL, Astrophotometrie I 317 363, Sternataloge und Sternkarten III b 477  
 KNOBLICH, Registrierapparate III b 35 42, Uhr IV 20  
 KNOBLOCH, Chronologie I 624  
 KNOFF, O., Mikrometer III a 91 132, Planeten III a 426, Sonne III b 87  
 KNORR, V., Bahnbestimmung I 478 572; Mikrometer III a 122, Tafel II, 134 135 191 224 225 227 228 229 233, Planeten III a 426, Sternataloge und Sternkarten III b 517  
 KOBOIN, Kometen und Meteore II 59, Mikrometer III a 91 150 161 167 196, Eigenbewegung des Sonnensystems III b 99 (Unterz.) 100 102 (Unterz.) 103 108 109, Sternhaufen und Nebelflecke III b 525, Universum IV 91 98 100  
 KOCH, Sternhaufen und Nebelflecke III b 527  
 KOHN, Mikrometer III a 71, Mond III a 277  
 KOHLAUSCH, F., Fernrohr I 736, Persönliche Gleichung III a 378  
 KOHN, Parallaxe III a 325  
 KOLLER, MAXIAN, Sternataloge und Sternkarten III b 485  
 KONIG, JOH., Kometen und Meteore II 60  
 KÖNIGLIGER, Mechanik des Himmels II 559  
 v. KONKOW, Astrophotographie I 217 218 (Verf.) 219 (Verf.) 220 (Verf.) 221 (Verf.) 222 223 (Verf.) 225 (Verf.) 226 (Verf.) 227 (Verf.) 228 (Verf.) 229 (Verf.) 230 (Verf.) 232 (Verf.) 237 (Verf.) 238 (Verf.) 239 (Verf.) 240 (Verf.) 241 (Verf.) 244 (Verf.) 245 (Verf.) 246 (Verf.) 247 (Verf.) 249 (Verf.) 252 (Verf.) 253 (Verf.) 254 (Verf.) 255 (Verf.) 258 (Verf.) 261 (Verf.) 263 (Verf.) 265 (Verf.) 266 (Verf.) 268 (Verf.) 271 (Verf.) 273 (Verf.) 277 (Verf.), Astrospektroskopie I 370 393 410 418 429, Fernrohr I 746, Kometen und Meteore II 181  
 v. KOWITSCH, Astrospektroskopie I 418  
 KOWALYK, Sternataloge und Sternkarten III b 502  
 v. KOWALYSKY, S., Mechanik des Himmels II 563  
 KOWALSKY, Strahlenbrechung III b 559  
 KRAIPITZ, Persönliche Gleichung III a 380  
 KRAIPI, Einleitung I 140  
 KRAMP, Strahlenbrechung III b 568  
 KRIE, Kometen und Meteore II 74  
 KRIEGER, Kometen und Meteore II 57 61 62 63 65 70 75 96  
 v. KRIS, Persönliche Gleichung III a 378  
 KRIST, Registrierapparate III b 35 36 42  
 KRUGER, A., Mikrometer II 15, Kometen und Meteore II 71, Planeten III a 414, Sternataloge und Sternkarten III b 519, Sternhaufen und Nebelflecke III b 526, Uhr IV 17  
 KÜBLER, FR., Astrospektroskopie I 429, Sternbilder III b 113  
 KRUSKALIN, Chronometrie I 649  
 KRUS, Fernrohr I 724  
 KRZANOWSKY, Kometen und Meteore II 116  
 v. KUFNER, Astrophotographie I 279, Heliometer II 17, Kosmogonie II 229, Meridiankreis III a 214, Methode der kleinsten Quadrate III a 40, Niveau, Nivauprüfer III a 297, Sternataloge und Sternkarten III b 507 511, Zeitbestimmung IV 150

KUHNIG, Persönliche Gleichung III 378  
 KUHNIG, F., Bahnbestimmung I 573  
 KULIBERG Chronometer I 643  
 KUNOWSKI, Mond III 277  
 KUSTNER, Aberration I 177, Finsternisse I 811, Mikrometer III 88, Parallax III 322, Polhöhe III 475 491, Sternatlase und Sternkarten III 460 471 504 507 510 520

L

DE LACAILLE, Einleitung I 150 162, Astrophotometrie I 353 362, Mikrometer III 70 71, Parallax III 325, Sternbilder III 109 122 140 167 220 270 288 330 332 339 341 377 388 399 411, Sternatlase und Sternkarten III 475 478 487 500, Sternhaufen und Nebelflecke III 524  
 LAGOURNIE, Heliotometer II 5  
 LAGRANGE, JOSEPH LOUIS, Einleitung I 109 117 133 138 139 140 141 142 145 146 147 152 153 154, Bahnbestimmung I 569, Finsternisse I 732 736, Finsternisse I 760 828 830, Kosmogonie II 244, Mechanik des Himmels II 390 391 396 372 395 398 414 415 609 611, Parallax III 335, Planeten III 386, Strahlenbrechung III 567  
 LAHURE, Einleitung I 98 118, Kometen und Meteore II 71, Mikrometer III 113, Planeten III 393  
 DE LAYANDE, JAK., Einleitung I 119 145 148 150 162, Heliotometer II 5, Mikrometer III 113, Mond III 247, Planeten III 429 431, Sonne III 65 69, Figurenbewegung des Sonnensystems III 107, Sternbilder III 109 168, Sternatlase und Sternkarten III 462 470 472 476 478 479 480 498 500 515  
 LAMANSKY, Astrospektroskopie I 397  
 LAMB, MISS, Sternatlase und Sternkarten III 505  
 LAMBERT, JOH. HENR., Einleitung I 115 122 138 149 150 151 163, Astrophotometrie I 305 306 326 327 330 334 335 336 337 342 362, Bahnbestimmung I 452 486 504 531 532 533 534 569 570, Kosmogonie II 229, Mechanik des Himmels II 302, Mikrometer III 65 199, Planeten III 398, Universum IV 59 125  
 LANCY, Kosmogonie II 241  
 LAMONT, Astrophotometrie I 311 317 363, Mikrometer III 138, Planeten III 394 431, Sternatlase und Sternkarten III 477 485 489, Sternhaufen und Nebelflecke III 526  
 LAMP, E., Mikrometer III 181  
 LAMPA, Kosmogonie II 229  
 LANCASTER, Einleitung I 138  
 LANDERER, Persönliche Gleichung III 377  
 LANF, Kosmogonie II 232  
 LANGZ, Persönliche Gleichung III 379  
 LANGLEY, Astrophotometrie I 322 331 333 363, Astrospektroskopie I 397 425 429, Scintillation III 55, Sonne III 62 64 75 77

LANCINUS, Mond III 246  
 LANSBURG, Einleitung I 67 106  
 DE LAFAYETTE, PHILIPPE SIMON, Einleitung I 138 139 141 155 156 157 158, Astrophotometrie I 326 327 330 331, Bahnbestimmung I 452 569 570 571 573, Finsternisse I 815 835, Kometen und Meteore II 67 72 84 93 97 115 209, Kosmogonie II 228 229 232 234 237 239 240 241 242 243 241 245 246, Mechanik des Himmels II 286 372 395 396 405 408 411 415 416 437 438 440 449 454 458 459 460 469 490 490 491 541 512 544 550 557 562 601, Methode der kleinsten Quadrate III 30, Planeten III 350 411 420 422 425 427 429, Sonne III 691, Strahlenbrechung III 558 559 576  
 LANTIER, C. I., Chronologie I 596 598  
 LASSANCE, UH. IV 37 38  
 LASSIUS, WILLIAM, Finsternisse I 701 717, Planeten III 400 402 417 423 424 428 430 431 432, Universum IV 69  
 LAUGHAR, Kometen und Meteore II 68, Sonne III 65, Sternatlase und Sternkarten III 462, Sternhaufen und Nebelflecke III 525  
 LAURENTIUS, Kometen und Meteore II 179 184  
 LAUREN, Einleitung I 4  
 LAVOISIER, Kosmogonie II 246  
 LECANIER, UH. IV 36  
 LEFAVOUR, Sternatlase und Sternkarten III 511  
 LEFVRE, Sternatlase und Sternkarten III 462  
 LEICHTNER, Einleitung I 158, Bahnbestimmung I 452 570 571  
 DE LEBEL, A., Sternatlase und Sternkarten III 506  
 LEHMANN, Chronologie I 599  
 LEHMANN-JUNIOR, Doppelsterne I 692, Kometen und Meteore II 91 139 141 142 146 174 221, Mechanik des Himmels II 458.  
 LEHMANN, Einleitung I 117  
 LEHMANN, Einleitung I 117 121, Planeten III 429 430, Sternbilder III 109, Sternatlase und Sternkarten III 475  
 LEONARDO DA VINCI, Mond III 250  
 LEONHARD, Astrophotometrie I 363  
 LEOPOLD, Prinz von Medici, UH. IV 4  
 LEONILUS, CYPRIANUS, Astrophotometrie I 356  
 LEPAULT, Madame, Einleitung I 121 148  
 LEROUX, Acquisitionen I 194  
 LEROY, PHILIPPE, Chronometrie I 625 636 637  
 LESCAULT, Planeten III 433  
 LESLEY, Mechanik des Himmels II 374  
 LEVERIER, URBAIN JEAN JOSEPH, Einleitung I 158 159 160, Finsternisse I 753 770 771 819 820 823 831, Kometen und Meteore II 71 72 75 210, Kosmogonie II 241, Mechanik des Himmels II 302 372 395 396 416 429 456 585, Ost III 311, Planeten III 386 389 390 393 399 431 432 433 434 435 438, Precession III 6 17, Sternatlase und Sternkarten III 459, Zeitbestimmung IV 135  
 LEWIS, Doppelsterne I 674  
 LEWIS, Persönliche Gleichung III 382

LIXLIL, Einleitung I 140, Kometen und Meteore II 72 92 93, Mechanik des Himmels II 394  
 LIAIS, Kometen und Meteore II 60  
 LINDAUER, Scintillation IIIb 55  
 LIAPUNOW, Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 526  
 LICHTENBERG, Kometen und Meteore II 110, Planeten IIIa 433  
 LUBER, Fernrohr I 707  
 LUDLEY, Kometen und Meteore II 116  
 LUTAUD, Sternatologe und Sternkarten IIIb 462  
 LUIO, ANTONIO, Chronologie I 615  
 LUIO, LUIO, Chronologie I 615  
 LINDAUER, Astrophotometrie I 356  
 LINDAUER, Längenbestimmung II 266 267 268  
 LINDMANN, Astrophotometrie I 323 324 344, Universum IV 77 78  
 v LINDAU, Parallaxe IIIa 346, Persönliche Gleichung IIIa 368  
 LINHACEN, Uhr IV 33  
 LINDSAY, Helometer II 17, Längenbestimmung II 261  
 LINDSAY, Einleitung I 138 159, Mechanik des Himmels II 505  
 LIPPERT, HANS, Fernrohr I 700  
 LIPPERT, Fernrohr I 706  
 LIPPMANN, Uhr IV 39  
 LISING, Fernrohr I 706 711, Mikrometer IIIa 234  
 LITROW, KARL VON (1811—1877), Mikrometer IIIa 138, Uhr IV 3 15, Universum IV 72  
 LITROW, J. J. VON (1781—1840), Bahnbestimmung I 570, Fernrohr I 707 724, Polhöhe IIIa 450, Sternatologe und Sternkarten IIIb 480  
 LIVING, Astrophotometrie I 421  
 LOMONOSOV, NIKOLAI Iwanowitsch, Universum IV 124  
 LOCKYER, J. NORMAN, Astrophotometrie I 385 407 415 416 423 429, Kosmogonie II 233, Planeten IIIa 400 401 402, Sonne IIIb 75 78 84, Uhr IV 14 17 27  
 LÖF, Planeten IIIa 433  
 LOHRMANN, Kometen und Meteore II 116, Mond IIIa 247 249 251 253 254 260 262 263 271 272 273 274 277 278 279  
 LOISE, O., Astrophotometrie I 216 221 225 236 237 240 268 269 270, Astrophotometrie I 387 409 429, Mikrometer IIIa 224, Planeten IIIa 402 415 416 417  
 LOMMER, E., Astrophotometrie I 305 306 335 337 363, Mikrometer IIIa 69  
 LONGMAN, Universum IV 68  
 LONGOMONIAN, CHRISTIAN FREDERICK, Einleitung I 67 73 97, Kometen und Meteore II 68  
 LOOMIS, Sonne IIIb 74  
 LORENZ, Strahlenbrechung IIIb 554  
 LOSEBY, Chronometer I 643  
 LOCKYER, M., Chronometer I 636  
 LOSEBY, J., Chronometer I 636.  
 LOUVIER, Sonne IIIb 75  
 LOWE, PERCIVAL, Planeten IIIa 393 397

LOWENHERZ, Fernrohr I 706 Registrierapparate IIIb 40  
 LOWE, M., Aequatorial I 92, Astrophotometrie I 223, Biegung I 587 588 589, Fernrohr I 746 747, Sternatologe und Sternkarten IIIb 505, Strahlenbrechung IIIb 600  
 IUBBCKE, J. W., Bahnbestimmung I 570  
 LUMIERE, Astrophotometrie I 213 239, Fernrohr I 749  
 LUMIERE, Planeten IIIa 433  
 LUNDALL, Parallaxe IIIa 346, Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 108  
 LUTHER, E., Sternatologe und Sternkarten IIIb 487 493  
 LUTHER, R., Sternatologe und Sternkarten IIIb 516  
 LUTHER, W., Sternatologe und Sternkarten IIIb 505  

M

 MACII, Persönliche Gleichung IIIa 380,  
 MAC CRIAN, Astrophotometrie I 372 399  
 MAC CORMICK, LLANDAR, Sternatologe und Sternkarten IIIb 491  
 MAC LAURIN, Einleitung I 117, Astrophotometrie I 293, Parallaxe IIIa 315, Polhöhe IIIa 445  
 MACLEOD, THOMAS, Kometen und Meteore II 74, Sternatologe und Sternkarten IIIb 487 488 493  
 MAC LID, Planeten IIIa 426  
 MADAN, Planeten IIIa 413  
 MADRID, Astrophotometrie I 301, Doppelsteine I 674, Mikrometer IIIa 173, Mond IIIa 246 247 248 250 252 253 254 256 257 259 260 261 262 263 266 269 273 274 275 276 277 278 279 281, Planeten IIIa 385 393 394 398 400 402 404 411 414 415 430 431, Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 108, Sternatologe und Sternkarten IIIb 471 487  
 MAJESTIN, Einleitung I 78, Mond IIIa 250  
 MAGOLD, M., Chronologie I 624  
 MAGRUDER, G. A., Sternatologe und Sternkarten IIIb 489  
 MAHER, E., Chronologie I 624  
 MAIN, Helometer II 16, Planeten IIIa 414, Sternbilder IIIb 112  
 MAIRAN, Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 524  
 M. MAIRAN, XAVIER, Astrophotometrie I 321  
 MALVAST, Mikrometer IIIa 65 113  
 MANIUS, Einleitung I 31  
 MARAUD, Astrophotometrie I 350, Planeten IIIa 418 422 425, Sternatologe und Sternkarten IIIb 462  
 MARCHAND, Zodiakallicht IV 184 185  
 MARCUS, Kometen und Meteore II 87, Polhöhe IIIa 475, Sternatologe und Sternkarten IIIb 497  
 MARKWICH, Kometen und Meteore II 62  
 MALOIRE, Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 552 553 554  
 MAKJUS, SIMON, Einleitung I 76, Scintillation IIIb 49, Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 524  
 MARSH, V., Kometen und Meteore II 80 89.

MARTE, Biegung I 587 588 589, Planeten IIIa 413, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 515, Theilfehler IIIb 611, Universum IV 69 70

MARINI, Biegung I 591, Mikrometer IIIa 115 123, Theilfehler IIIb 602 603 608

MASCARI, Planeten IIIa 397 426

MASCART, Astrospectroskopie I 396, Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 554

MASKI LYNE, Mikrometer IIIa 215 216 217, Persönliche Gleichung IIIa 368, Planeten IIIa 429, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 457 458 459 462 478 479 480

MASON, Kometen und Meteore II 121 147

MATTHIAS, Einleitung I 78

MATTHESEN, Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 527

MAIZEK, W., Chronologie I 624

MAUNDEK, Astrospectroskopie I 406, Planeten IIIa 409

MAUPERTUIS, Einleitung I 121

MAURER, Astrophotometrie I 327 330 331 363, Strahlenbrechung IIIb 564

MAURIC, Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 107

MAYALL, Astrophotometrie I 336, Kosmogonie II 243, Mechanik des Himmels II 563, Planeten IIIa 427

MAY, Altimuth I 204

MAYER, ANDREAS, Planeten IIIa 398

MAYER, CHRISTIAN, Doppelsteine I 671 672

MAYER, L., Sterncataloge und Sternkarten IIIb 483

MAYER, ROBERT, Kosmogonie II 246, Sonne IIIb 90

MAYER, TOBIAS, Einleitung I 117 119 120 122 138, Altimuth I 204, Finsternisse I 751 813, Mechanik des Himmels II 413, Meridianskreis IIIa 6 13, Mikrometer IIIa 65, Mond IIIa 247, Planeten IIIa 429, Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 92, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 475 478 504

MAYER (u. WOLF), Registrirapparate IIIb 38

MAYERHOFER, Uhr IV 33

MEEHAIN, Kometen und Meteore II 74 94, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 462

MILICI, Einleitung I 75

MIDWEDERF, Kometen und Meteore II 105

MIRWINGER, Lungenbestimmung II 257 258

MISSEI, Fernrohr I 742 747

MENDALLER, Kosmogonie II 231, Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 559

MENDENHART, Astrospectroskopie I 396, Uhr IV 41

MENELAOS, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 455

MENGER, Uhr IV 36

MERFELI, Kometen und Meteore II 107

MERKATOR, Planeten IIIa 402

MERING, Uhr IV 36 37 39

MERZ, Aequinoctial I 194 195, Astrophotographie I 223 226 235 258, Astrospectroskopie I 368 371 375 376 378 384, Fernrohr I 707, Helometer II 15, Mikrometer IIIa 131 181 183 206 213

MESSEIER, Kometen und Meteore II 72 73 74

94 218, Planeten IIIa 433, Steinbilder IIIb 168, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 475, Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 524

MEIUS, JACOB, Fernrohr I 700

MEYER, Einleitung I 7, Chronologie I 598 612

MEYER, A., Methode der kleinsten Quadrate IIIa 30 34 39 58

MEYER, Kosmogonie II 241 243

MEYER, Astrophotographie I 241 242

MICHAEL, M., Bahnbestimmung I 570

MICHAEL, JOHN, Doppelsteine I 672, Universum IV 59 60

MICHISON, Mikrometer IIIa 237 238

MILLOSEVICH, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 507 510

MIRAL, Horizontpendel II 40

MIRAL, Kometen und Meteore II 86, Registrirapparate IIIb 33

MIRNITZKI, Fernrohr I 724

MOBIUS, Fernrohr I 705

MOBIUS, Uhr IV 36

MOISIA, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 459 492 493

MOIT, Fernrohr I 700

MOIT, ADI, Einleitung I 160, Kometen und Meteore II 75, Planeten IIIa 414

MOYNIUX, Aburration I 170, Chronometer I 643

MONASTEN, A., Chronologie I 624

MONCK, Universum IV 109

MONCKHOVEN, Astrophotographie I 219 243 268

MONIACI, Kometen und Meteore II 73

MONNARI, Einleitung I 117, Astrophotometrie I 350, Mikrometer IIIa 65

MONIACO NA RUCCA, Mikrometer IIIa 68

MONIAC, Scintillation IIIb 50 51 52 53 54 56 57

MONIJO, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 485

MORIN, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 509

MORIN v. HERGEN, Einleitung I 72

MORSE, Registrirapparate IIIb 38

MORSE, Fernrohr I 706 721

MOSCOWITZ, Kometen und Meteore II 74, Scintillation IIIb 58

MORA BIRIBITIO, BERNARDINA DA, Kometen und Meteore II 105

MOUCHI, Chronometer I 649, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 522

MUDGE, Chronometer I 625, Uhr IV 26 27

MÜLLER, BARBARA, Einleitung I 78

MÜLLER, G., Astrophotometrie I 316 323 326 327 328 329 330 331 337 338 339 340 342 344 363 364, Astrospectroskopie I 394 395 399 409 416 418 429, Mikrometer IIIa 176 186 188, Planeten IIIa 390 393, Universum IV 78

MÜLLER, H., Persönliche Gleichung IIIa 378

N

NACHET, Astrophotographie I 273.

NAPOLI, Uhr IV 36



NASINI, R., Sonne IIIb 79  
 NASMYTH, Mond IIIa 276, Sonne IIIb 62  
 NASMYTH, Einleitung I 53  
 NÄCKER, Coordinaten I 665  
 NÄPILY, Kometen und Meteore II 116  
 NÄPFR, J., Einleitung I 94, Piceession IIIb 11  
 NIUMANN, B., Mechanik des Himmels II 543  
 544  
 NIUMANN, C., Fernrohr I 706  
 NIUMANN, Chronometrie I 647, Kometen und  
 Meteore II 181 183 213  
 NEWCOMB, SIMON, Einleitung I 109 158, Aberration I 170 171, Aequatoriel I 193, Bahnbestimmung I 466 546, Finsternisse I 771 813 817 818, Kosmogonie II 236 247, Mechanik des Himmels II 391 416 464 467, Mikrometer IIIa 141, Parallaxe IIIa 326 332 333 338 339 340 341, Planeten IIIa 390 393 399 413 415 430 431 432 434 435, Piceession IIIb 17, Sonne IIIb 74 75 80 83, Stern cataloge und Sternkarten IIIb 459 464 465 466 467 468 469 476 496  
 NEWLAND, Kosmogonie II 231  
 NIWON, II A., Kometen und Meteore II 106 121 122 125 146 147 163 168 169 180 185 186 209 210 216 222 224 225  
 NEWTON, ISAAC, Einleitung I 77 95 97 99 101 102 103 104 105 106 107 109 110 112 113 114 115 116 117 118 120 121 122 129 130 131 133 143 148 150 152 160 161, Astrophotometrie I 326, Bahnbestimmung I 452 458 463 566 570 571, Doppelstern I 676 677 678, Fernrohr I 703 704 705 742 744 747, Interpolation II 43 45, Kosmogonie II 228 230 238 239 243 244, Mechanik des Himmels II 278 279 286 298, Parallaxe IIIa 386, Planeten IIIa 414, Primenkreis IIIb 18, Strahlenbrechung IIIb 555 558 559 576, Universum IV 56  
 NICOLAS, Einleitung I 17 58  
 NICHOLSON, Semitillation IIIb 49, Uhr IV 13  
 NICOL, Astrophotometrie I 307 313 317 318 319 320, Fernrohr I 741  
 NICOLAI, I. B. G., Bahnbestimmung I 570, Planeten IIIa 414  
 NIELSE, Einleitung I 161 162, Kometen und Meteore II 67 109 190 200 201 202 208  
 NIKOLAUS II, Sternwarten IIIb 533  
 NIPPOLD, Uhr IV 18 19  
 NISSEN, Sternataloge und Sternkarten IIIb 470  
 NOBIL, Polhöhe IIIa 491  
 NÖR, Astrophotometrie I 353  
 NORDENSKJÖLD, Einleitung I 162, Kometen u Meteore II 105 109  
 NUMA, Chronologie I 613  
 NYLAND, Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 527  
 NYRBY, MACNUS, Aberration I 171 176, Mechanik des Himmels II 573 592, Stern cataloge und Sternkarten IIIb 502 510, Strahlenbrechung IIIb 583 584 585 586 596 598, Thellfehler IIIb 606 607 608 611

O

OBENLITZER, Astrophotographie I 240  
 OLIVIER, Sternataloge und Sternkarten IIIb 470 476 477 483 486 493  
 OHRIG, Planeten IIIa 433  
 OLBRIS, HEINRICH WILHELM, Einleitung I 115 154 155 157 158, Bahnbestimmungen I 452 464 505 506 514 518 519 520 528 530 531 555 561 565 568 569 572 573, Kometen und Meteore II 69 86 88 94 101 102 112 113 120 126 133 180 186 209, Kosmogonie II 240, Mikrometer IIIa 71, Planeten IIIa 425 435 436, Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 107, Universum IV 94 123 175  
 OLIVIERA LACAILLE, Kometen und Meteore II 62  
 OLMSTED, Kometen und Meteore II 108 113 116 117 119 178 179 180  
 OLIVIER, Parallaxe IIIa 325, Planeten IIIa 393, Sternataloge und Sternkarten IIIb 481  
 OMAR II, Chronologie I 622  
 OOM, Sternataloge und Sternkarten IIIb 494  
 OPPENHEIM, Astrophotographie I 279, Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 527  
 V OPPOLZER, EGON, Sonne IIIb 86 87, Strahlenbrechung IIIb 551 553 554 (Veif) 561 (Veif) 564 (Veif) 566 572 579 (Veif) 580 582 583 584 585 586 594 600  
 V OPPOLZER, JOSEF, Einleitung I 159  
 V OPPOLZER, THEODOR, Einleitung I 119 158 159 160, Aberration I 172, Bahnbestimmung I 464 465 468 477 485 493 501 502 508 513 514 515 520 531 536 539 540 542 558 560 561 562 563 564 569 572 573, Chronologie I 598 600 601, Finsternisse I 753 766 770 771 797 816, Kometen und Meteore II 141 196 209 210 211 226, Kosmogonie II 243, Linsenbestimmung II 259, Mechanik des Himmels II 304 305 312 313 327 334 343 347 356 431 435 456 477 486 490 580 586 587 593, Mechanische Quadranten II 618 620 627 631, Methode der kleinsten Quadrate IIIa 29 34 39, Nutation IIIa 302 303 304, Ort IIIa 313, Parallaxe IIIa 334, Planeten IIIa 433 434 438, Piceession IIIb 7 11 12 17, Registrierte IIIb 47, Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 525, Strahlenbrechung IIIb 554 559 560 561 564 566 567 570 571 572 573 588 597  
 ORLAND, Planeten IIIa 435, Sternataloge und Sternkarten IIIb 481  
 ORTEL, Sternataloge und Sternkarten IIIb 472  
 OSIWALD, Uhr IV 4  
 OFIWA, Kometen und Meteore II 116  
 OLLINGEN, Uhr IV 4  
 OUDERMANS, Niveaumeter II 17, Mikrometer IIIa 209, Niveau, Niveauprüfer IIIa 290, Planeten IIIa 389 415 426, Sternataloge und Sternkarten IIIb 487, Uhr IV 18



## P

- PACCASSI, J B v, Bahnbestimmung I 568  
 PALISA, Sternataloge und Sternkarten IIIb 507  
 517; Universum IV 74 75  
 PALISCH, Astrophotometrie I 350, Kometen  
 und Meteore II 68  
 PALIAS, Kometen und Meteore II 51 105 110  
 112  
 PALMIST, Astrospectroskopie I 403, Sonne  
 IIIb 79  
 PANNEKOEK, Sternataloge und Sternkarten  
 IIIb 515, Universum IV 70 118 119  
 PANODORUS, Chronologie I 610 614  
 PAPI, Kometen und Meteore II 122 211  
 PARKER, Kometen und Meteore II 178  
 PARKHURST, Astrophotometrie I 322 337 340  
 PARMENTIDES, Mond IIIa 246  
 PASTORIS, Planeten IIIa 433  
 PAUL III, Einleitung I 66  
 PAUL V, Einleitung I 74  
 PAULUS, Chronologie I 599  
 PAULY, M, Astrophotographie I 248 258  
 PEARSON, Heliometer II 5, Mikrometer IIIa  
 117 202, Sternataloge und Sternkarten  
 IIIb 484  
 PECKHAM, Scintillation IIIb 54  
 PECHULE, Kometen und Meteore II 60  
 PELUCE, Astrophotometrie I 344 348, Kometen  
 und Meteore II 86 196, Langunbestim-  
 mung II 271, Planeten IIIa 427 431 432,  
 Universum IV 97  
 PELIGAUD, Biegung I 589, Theilfehler IIIb  
 608 611  
 PERNIER, Scintillation IIIb 52  
 PERNY, Kometen und Meteore II 94  
 PERREAU, Strahlenbrechung IIIb 553  
 PERREY, ALEXANDER, Bahnbestimmung I 571.  
 PERRINE, Kometen und Meteore II 73  
 PERPON, Uhr IV 14  
 PERROT, Horizontpendel II 30  
 PERROLD, Kometen und Meteore II 74 75,  
 Planeten IIIa 409 410  
 PETER d GR, Chronologie I 620  
 PETERS, C A F, Einleitung I 145, Aberration  
 I 171 174, Doppelsterne I 688, Helio-  
 meter II 14, Horizontpendel II 31 37,  
 Mechanik des Himmels II 573, Nutation  
 IIIa 304, Parallaxe IIIa 346, Registru-  
 rapprate IIIb 34, Sternataloge u Stern-  
 karten IIIb 459 463 466 472, Theilfehler  
 IIIb 606 611, Universum IV 76 94  
 PETERS, C H F, Kometen und Meteore II  
 76 94, Planeten IIIa 432, Sonne IIIb  
 63, Sternataloge und Sternkarten IIIb  
 516 517, Universum IV 74 75  
 PETERS, C F W, Chronometer I 646 647,  
 Kometen und Meteore II 210  
 PETERSBN, J FR, Kosmogonie II 228, Pla-  
 neten IIIa 391 431, Polhöhe IIIa 453,  
 Sonne IIIb 65, Uhr IV 29  
 PETZOLDT, Kometen und Meteore II 116  
 PEURBACH, GEORG, Einleitung I 51 55 56 66,  
 Gnomon II 3  
 PEYRA, Sternataloge und Sternkarten IIIb  
 510  
 PEUGLER, Personliche Gleichung IIIa 375.  
 PHILIP von HESSEN, Einleitung I 72  
 PHILIPP von MACDONIN, Einleitung I 15 16,  
 PHILIPP, Astrophotographie I 301, Chrono-  
 meter I 636 637 650  
 PHILIPPUS ARIDAEUS, Chronologie I 609  
 PHILIPPAUS, Einleitung I 9 17 58  
 PIAZZI, Einleitung I 157 162, Astrospectro-  
 skopie I 405, Planeten IIIa 115, Prä-  
 cession IIIb 16, Sternataloge u Stern-  
 karten IIIb 457 475 480 515, Universum  
 IV 62  
 PICARD, Einleitung I 98 101 117 118, Mikro-  
 meter IIIa 110 111 113, Sternataloge u  
 Sternkarten IIIb 462  
 PICKERING, Astrophotographie I 230 259,  
 Astrophotometrie I 317 318 320 339 342  
 344 346 347 348 350 360, Astrospectro-  
 skopie I 369 411 413 414 416 417 418  
 419 420 422 428 429, Doppelsterne I  
 690, Planeten IIIa 411 413 419 430  
 432, Sonne IIIb 62, Universum IV 76  
 102 103 104 110  
 PICUS von MIRANDULA, Graf JOHANN, Ein-  
 leitung I 95  
 PIRSON, Kosmogonie II 237  
 PIGEON, Kometen und Meteore II 74  
 PIKE, Mikrometer IIIa 109, Sternhaufen und  
 Nebellücke IIIb 526  
 PINERI, Kometen und Meteore II 52  
 PIR, P, Chronologie I 624  
 PISIOR, Biegung I 586, Mikrometer IIIa 115  
 123, Theilfehler IIIb 602 603 608  
 PRANA, Einleitung I 158, Finsternisse I 813,  
 Mechanik des Himmels II 449 454 455;  
 Parallaxe IIIa 339, Sternataloge und  
 Sternkarten IIIb 482  
 PRANAMOUR, E, Bahnbestimmung I 568 570,  
 Horizontpendel II 40, Personliche Glei-  
 chung IIIa 371, Sternataloge u Stern-  
 karten IIIb 488  
 PRAEMANN, J, Universum IV 70 98 117 118  
 119  
 PRAIO, Einleitung I 9 15 58, Sternataloge  
 und Sternkarten IIIb 455  
 PRINCE, Einleitung I 6 8 9 17 30 31 48 77,  
 Jernrohr I 707, Universum IV 73; Zeit-  
 bestimmung IV 178 179.  
 PRUTCH, Einleitung I 6 18 30 77, Kometen  
 und Meteore II 50, Mond IIIa 246, Sonne  
 IIIb 61  
 PUCHOWSKI, Sternbilder IIIb 109  
 PUGSON, Astrophotometrie I 323 324 329; Ko-  
 meten und Meteore II 73.  
 POINCARÉ, Einleitung I 129 159, Mechanik  
 des Himmels II 520 521 523 551, Sonne  
 IIIb 82  
 POISSON, Einleitung I 159, Kosmogonie II 247,  
 Mechanik des Himmels II 299 399 541 543.  
 POND, Altarmuth I 204, Sternataloge und  
 Sternkarten IIIb 458 462 471 475 481  
 482 483 485.  
 PONS, Einleitung I 160, Kometen und Meteore

II 68 69 73 74 75 94 218; Planeten IIIa 433  
 PONTICOURANT, Einleitung I 158, Bahnbestimmung I 570, Mechanik des Himmels II 416 449 454 492  
 POOLE, Chronometrie I 642 643  
 POOR, C. LANI, Kometen und Meteore II 92  
 PORRO, Fernrohr I 736, Sternatloge und Sternkarten IIIb 480  
 DELLA PORTA, Scintillation IIIb 54  
 PORIER, J. G., Sternatloge und Sternkarten IIIb 504 506 509  
 POSIDONIUS, Einleitung I 30  
 POTILLOT, Einleitung I 29  
 POTIER, L., Finsternisse I 838  
 POUILLON, Astrophotometrie I 327, Sonne IIIb 87 88 89  
 POWAIKY, Planeten IIIa 393  
 PRAZMOWSKY, Persönliche Gleichung IIIa 371  
 PRIGLIER, Fernrohr I 722 724  
 PRISSLER, Kometen und Meteore II 116  
 PRIUSS, Doppelsterne I 673  
 PREVOZ, Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 107  
 PIRKY, ADAMIRI, Universum VI 82 83 85  
 PIRCHARD, CHAKLI, Astrophotometrie I 321 331 344 345 346 364, Kometen und Meteore II 127, Mikrometer IIIa 134, Parallaxe IIIa 353, Sternbilder IIIb 112  
 PIRICH, II, Kometen und Meteore II 62, Planeten IIIa 399 413  
 V. PIRIWIJ, Kometen und Meteore II 116  
 PROCTOR, R. A., Bahnbestimmung I 572, Kosmogonie II 244, Planeten IIIa 402 403 404 409, Sonne IIIb 75, Universum IV 113 116  
 PROTOMAU, CRAUDIUS, Einleitung I 8 14 20 24 25 29 30 32 33 34 35 36 37 38 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 54 55 56 57 58 60 61 62 63 64 66 72 73 74 77 78 97, Alhidade I 195, Armille I 210, Astrophotometrie I 343 346 347, Chronologie I 608 609 616, Dioptr I 670, Gnomon II 2 3, Parallaxe IIIa 320 321 326, Sternbilder IIIb 109 110 115 125 132 138 150 154 158 174 184 187 189 192 198 203 208 228 229 231 233 235 236 245 252 261 262 272 279 290 303 316 318 321 327 343 351 359 369 378 386 389 391 396 406 413 419 427 430, Sternatloge und Sternkarten IIIb 455 Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 524  
 PROTOMAU, PIRADIPIHUS, Einleitung I 18  
 PURSILLER, Astrospektroskopie I 402  
 PYPIACORAS, Einleitung I 6 9 17

Q

QUILLER, Astrophotometrie I 321, Kometen und Meteore II 112 116 147 160 161 179 184 185, Planeten IIIa 422, Sternatloge und Sternkarten IIIb 472  
 QUELIER, ERNISI, Sternatloge und Sternkarten IIIb 495

VALENTINER, Astronomie IV

R

RAAB, Uhr IV 40  
 RADAU, R., Bahnbestimmung I 573, Kosmogonie II 237 241, Mechanik des Himmels II 312 313, Strahlenbrechung IIIb 551 554 556 562 564 566 567 587 589 594 597 598  
 RADCIFFI, Einleitung I 98, Sternatloge und Sternkarten IIIb 476 482 487 493 497 506 511  
 RAIIRS, Kometen und Meteore II 75  
 RAMPAUF, A. A., Doppelsterne I 692, Mikrometer IIIa 163, Sternatloge und Sternkarten IIIb 479 504 506 511  
 RAMON Y CAJAL, Persönliche Gleichung IIIa 377  
 RAMSDEN, Aequatorel I 179, Altazimuth I 204, Astrophotographie I 255, Fernrohr I 706 718 719 720 730 732 734 737, Mikrometer IIIa 202, Nonius IIIa 302  
 RAMSEY, Sonne IIIb 79  
 RANCKEN, Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 107 108  
 RANKIN, Kosmogonie II 247  
 RANSOM, Altazimuth I 204  
 RANXAND, A. C., Planeten IIIa 417, Universum IV 70  
 RAYI, Astrospektroskopie I 413 415, Sonne IIIb 78, Sternatloge und Sternkarten IIIb 507, Universum IV 110  
 RAYTICH, Loid, Scintillation IIIb 56  
 RIAD, Astrophotographie I 301  
 V. RIHUR-PASCHWII, E., Bahnbestimmung I 466, Horizontpendel II 28 32 33 36 37 39 40, Mikrometer IIIa 151, Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 527, Sternwarten IIIb 548  
 RICHMONIAN, (JOHANN MÜLLER), Einleitung I 55 56 93, Jacobstrib II 48, Kometen und Meteore II 50 51 52  
 RIGNAUT, Strahlenbrechung IIIb 556, Uhr IV 15  
 RICHMI, Mikrometer IIIa 224, Polhöhe IIIa 474  
 RICHMACH, Altazimuth I 204, Biegung I 591, Fernrohr I 706 707, Helometer II 10, Sternatloge und Sternkarten IIIb 481 489 493, Theilfehler IIIb 610, Universalinstrument IV 44  
 RIMAKUS, URSUS, Einleitung I 67 78  
 RIMIR, DIETRICH, Sternatloge und Sternkarten IIIb 515  
 RINFIDIR, Helometer II 17  
 RINTHOF, Einleitung I 66  
 RINOID, Kosmogonie II 230  
 RISOID, Aequatorel I 179 191 194 195, Altazimuth I 205, Astrophotographie I 215 232 233 238 266 270 283, Bahnseher I 575, Biegung I 580 582 591 592, Helometer II 6 12 15 16 17 20, Horizontpendel II 32 33, Längenbestimmung II 250, Meridiankreis IIIa 14, Mikrometer IIIa 71 115 119 120 121 124 125 126 128 141 15 129 130 132 184 186 194 199, NIVEAU, Niveauprüfer IIIa 290, Persönliche Gleichung IIIa 375 376, Polhöhe IIIa 461, Sternatloge und Stern-

- karten IIIb 474 493, Theilfehler IIIb 602 605 606 611, Universaltransit IV 55
- RESAL, Mechanik des Himmels II 557
- RRSPICINI, Astrospectroskopie I 405, Planeten IIIa 426, Scintillation IIIb 50 56 58, Sonne IIIb 82 84, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 498 501
- REIZIUS, Persönliche Gleichung IIIa 377
- RLUCH, Kometen und Meteore II 109
- RHAETICUS, Einleitung I 66
- RICCA, Astrospectroskopie I 405
- RICCIOLI, Einleitung I 17, Mond IIIa 246 247 259 264 277, Planeten IIIa 399 420
- RICCO, Kometen und Meteore II 63, Sonne IIIb 72
- RICHER, Einleitung I 118, Parallaxe IIIa 332
- RICHTHOFEN, Kometen und Meteore II 116
- RIEFLER, Uhr IV 11 15 16 20 29 31 32
- RIEMANN, Kosmogonie II 247
- RIEWSKY, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 508
- RIGAUD, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 482
- RISTIKEN, Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 97
- RISINFPART, Kometen und Meteore II 73, Mikrometer IIIa 102, Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 96 107 108, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 468 (Verf.) 470 (Verf.) 477 (Verf.), Universum IV 66 67 73 82 83 85 108 121
- RIFKE, E., Bahnbestimmung I 571, Kosmogonie II 229 232 233 234 235 236 237 238 239 243 246 247, Planeten IIIa 433
- RIVIERE, Strahlenbrechung IIIb 553
- ROBERT, S., Kometen und Meteore II 154 156 158
- ROBERTS, Astrophotographie I 230, Kosmogonie II 232, Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 528
- ROBERTSON, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 482 517
- ROBINSON, F. G., Sterncataloge und Sternkarten IIIb 498
- ROBINSON, E. R., Sterncataloge und Sternkarten IIIb 486
- ROCHT, Kosmogonie II 241 242
- ROCHON, Mikrometer IIIa 219 220 221 224 229 230
- RODANET, Chronometer I 626, Tafel II
- ROGERS, J. A., Mikrometer IIIa 123
- ROGERS, WILLIAM A., Sterncataloge und Sternkarten IIIb 498 503
- ROHLFS, GERHARD, Kometen u. Meteore II 108
- ROHRBACH, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 515
- ROMBERG, H., Mikrometer IIIa 161, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 477 494 497 498 507
- RÖMFR, OLAVS, Einleitung I 98 118, Aequatoral I 179, Altazimuth I 204, Mikrometer IIIa 112, Parallaxe IIIa 346, Passgeninstrument IIIa 355, Polhöhe IIIa 467, Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 92
- ROMME, Chronologie I 623
- ROSE, Kometen und Meteore II 109 110
- ROSÉN, Astrophotometrie I 323 344, Universum IV 77 78
- ROSENKRANZ, Kosmogonie II 228
- ROSETH, Fernrohr I 707
- ROSLIN, Einleitung I 67 78
- ROSS, Aequatoreal I 195, Kometen und Meteore II 94
- ROSS, EARL OF, Fernrohr I 704, Planeten IIIa 400 402, Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 526 529, Universum IV 68
- ROTHMANN, Einleitung I 72, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 455
- ROWLAND, Astrophotographie I 222 246, Astrospectroskopie I 394 395 398 426 429
- ROYCE, Sternbilder IIIb 109 338
- RUDOLF II., Einleitung I 67 78 92, Chronologie I 615
- DE LA RUE, WARREN, Astrophotographie I 264 300 301, Sonne IIIb 67 69
- RÜPFER, F. W., Uhr IV 26
- RUMFORD, Einleitung I 163
- RUNKER, Einleitung I 162, Kometen und Meteore II 74, Sternbilder IIIb 113, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 475 483 485 490, Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 525
- RUNGE, Astrospectroskopie I 398, Strahlenbrechung IIIb 589 591
- RUSCH, Horizontpendel II 40, Planeten IIIa 397
- RUIHLARD, Astrophotographie I 246 256 279 304, Astrospectroskopie I 396, Helometer II 27, Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 527
- S
- SABINI, Sonne IIIb 74.
- SABINI VON WÜRTEMBERG, Einleitung I 72
- SABLER, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 491
- SACROBOSCO, JOHANNES A., Einleitung I 53
- SABARIK, Fernrohr I 704 722 740 746, Horizontpendel II 40, Planeten IIIa 398
- SAILORD, TRUMAN, H., Planeten IIIa 431, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 495 504
- SAINI BLANCAI, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 510
- SATTI, Einleitung I 149
- SALVATORI, Sonne IIIb 79
- SAMULI, Chronologie I 620
- SANFARTLI, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 487
- SANTINI, GIOVANNI, Bahnbestimmung I 482, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 486 494 504
- SARABAI, Kometen und Meteore II 53
- SAUSSURE, Scintillation IIIb 57
- SAUTER, Fernrohr I 707
- SAVARY, FELIX, Einleitung I 163, Doppelsterne I 676 696
- SAVERY, SERVINGTON, Einleitung I 118, Helometer II 4, Mikrometer IIIa 198
- SAWERTHAL, Kometen und Meteore II 94.
- SCALIGER, JOSEPH, Einleitung I 94, Chronologie I 618 623
- SCALIGER, JULIUS, Chronologie I 618
- SCHALLBERG, Biegung I 587 590; Kometen und Meteore II 61; Persönliche Gleichung IIIa 381, Planeten IIIa 410 412, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 502

- SCHEINBERGER, Uhr IV 33
- SCHIFFNER, CHRISTOPH (1575—1650), Einleitung I 76, Fernrohr I 701, Sonne IIIb 60 65
- SCHIFFNER, J (Potsdam), Astrophotographie I 259 260 274 279, Astrophotometrie I 359, Astrospektroskopie I 420 421 426 427 429, Sonne IIIb 82 86, Sternataloge und Sternkarten IIIb 522, Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 526 527, Strahlenbrechung IIIb 591, Universum IV 78
- SCHILL, Uhr IV 7
- SCHILLER, II, Astrospektroskopie, I 428, Kosmogonie II 237, Sonne IIIb 63 72 75 76
- SCHILLER, A, Sternataloge und Sternkarten IIIb 510
- SCHIRLER, C, Bahnbestimmung I 569
- SCHUBERT, Planeten IIIa 433
- SCHULAKSIT, Einleitung I 10 161, Doppelsterne I 674 675, Kometen und Meteore II 51 54 58 67 109 112 126 147 152 153 154 155 156 175 179 181 187 188 200 209 210 213 227, Kosmogonie II 240 243, Mikrometer IIIa 156 164 170 172 173 174, Planeten IIIa 391 392 397 401 402 403 405 406 407 408 409 410 412 426 430, Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 96, Universum IV 76 77 78 92 93 94 100
- SCHULTE, Astrospektroskopie I 415, Mond IIIa 280, Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 107, Sternbilder IIIb 113, Sternataloge und Sternkarten IIIb 477 495
- SCHUNKEL, Sternwarten IIIb 531
- SCHUSSNER, Astrophotographie I 213 219 239 240 246
- SCHUTTER, Helometer II 10 11
- SCHMIDT, Fernrohr I 722 723
- SCHMIDT, A, Chronologie I 624
- SCHMIDT, AUGUST, Horizontalpendel II 41, Sonne IIIb 86 87
- SCHMIDT, J F J (1825—1884), Astrophotometrie I 337 338 339 357 358, Kometen und Meteore II 62 75 76 86 103 117 119 120 121 122 123 124 125 126 131 132 146 148 159 160 161 162 170 173 180 181 183 184 185 190 213, Mond IIIa 247 259 271 272 273 274 275 277 278 279 280, Planeten IIIa 389 393 399 401 402 414 415 425 429 433, Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 525, Universum IV 69, Zodiakallicht IV 184
- SCHMÖCKER, F v, Chronologie I 624.
- SCHNEIDER, Uhr IV 39
- SCHÖNHEIM, PETER, Fernrohr I 701
- SCHOLZ, Kometen und Meteore II 116
- SCHOMBERG, NIKOLAUS (von Capua), Einleitung I 66
- SCHONER, Einleitung I 66 72
- SCHÖNHEID, Einleitung I 162, Astrophotometrie I 343 350 363, Bahnbestimmung I 468, Planeten IIIa 397, Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 103 107, Sternataloge und Sternkarten IIIb 519 520 521, Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 525,
- Sternwarten IIIb 531, Universum IV 72 73 78
- SCHÖPFLAUER, Kosmogonie II 229
- SCHORR, R, Sternataloge und Sternkarten IIIb 510
- SCHOTT, Fernrohr I 707 727 739 740 741
- SCHRAM, ROBERT, Chronologie I 596 598 601 623 624, Finsternisse I 816
- SCHRIEBER, O, Theilfehler IIIb 610 611
- SCHRIEBER, Kometen und Meteore II 109
- SCHROEDER, HUGO, Aequatoral I 194 195, Fernrohr I 738 742 747, Mikrometer IIIa 117
- SCHROEDER, J H, Einleitung I 158, Fernrohr I 707, Kometen und Meteore II 54 57 86 89 120, Mikrometer IIIa 114, Mond IIIa 247 250 256 264 273 276 277 278 280 281, Planeten IIIa 390 394 398 414 415 417 418 419 425 426 428 435
- SCHUBERT, Kosmogonie II 228, Längenbestimmung II 260
- SCHUIJFF, Bahnbestimmung I 523, Kometen und Meteore II 69 71 76 93 95 223 224, Sternataloge und Sternkarten IIIb 472
- SCHUIJF, Fernrohr I 734
- SCHUIJF, Sternataloge und Sternkarten IIIb 495, Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 525 527, Uhr IV 20
- SCHUIJF, W, Astrospektroskopie I 428
- SCHUMACHER, C D, Astrophotometrie I 321 363, Bahnbestimmung I 528, Biegung I 582, Coordinaten I 665, Kometen und Meteore II 112 113 121 181, Längenbestimmung II 260 261, Mikrometer IIIa 138, Planeten IIIa 391 394, Polhöhe IIIa 453, Sternataloge und Sternkarten IIIb 470 480, Uhr IV 20, Universum IV 69
- SCHUMANN, Astrophotographie I 244 245 247 271 278, Uhr IV 20
- SCHUR, Altazimuth I 205, Helometer II 9 11 13 15 17 20 21 22 23, Planeten IIIa 414, Sternataloge und Sternkarten IIIb 494, Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 526, Theilfehler IIIb 611
- SCHURIG, Sternbilder IIIb 112, Sternataloge und Sternkarten IIIb 514
- SCHUTTER, Astrophotographie I 302
- SCHWABE, Mond IIIa 276, Planeten IIIa 425 426, Sonne IIIb 67
- SCHWARZ, Biegung I 591.
- SCHWARZ/SCHIND, Mikrometer IIIa 238 239; Universum IV 124 125 127
- SCHWASSMANN, Sternataloge und Sternkarten IIIb 522
- SCHWEIZER, Aberration I 171, Kometen und Meteore II 94 218, Sternataloge und Sternkarten IIIb 488, Uhr IV 34 36
- SCHWABE, Astrophotometrie I 312 363 Sternataloge und Sternkarten IIIb 483
- SCHYRIALUS, Fernrohr I 701
- SCOTT, Planeten IIIa 433
- SEABROCK, Astrospektroskopie I 427, Doppelsterne I 674
- SEARIS, Astrophotometrie I 334, Universum IV 70 71 76, Zodiakallicht IV 184
- SECCHI, Einleitung I 163, Astrophotographie I 258 301, Astrophotometrie I 312 331

- 363, Astrospektroskopie I 368 370 375  
379 388 406 410 411 412 414 416 428,  
Doppelsterne I 674, Kometen u. Meteore  
II 60, Kosmogonie II 237, Mikrometer  
III 219, Planeten IIIa 393 400 401 402  
414 426 427 428, Sonne IIIb 62 63 64  
69 70 72 74 75 76 77 78 83 84 85 86  
88, Sternhaufen und Nebelflecke IIIb  
525, Universum IV 70 97
- SIDDILOI, Einleitung I 49 52
- SILIGER, Einleitung I 160 163, Astrophoto-  
metrie I 334 335 336 337 338 339 342  
364, Doppelsterne I 687 696, Finsternisse  
I 839, Heliumeter II 24, Kometen  
und Meteore II 67, Kosmogonie II 231  
235 240, Mechanik des Himmels II 482  
563, Mikrometer III 166 242 244, Planeten  
III 427 430, Sterncataloge und  
Sternkarten IIIb 497 502, Strahlen-  
brechung IIIb 589, Universum IV 65 70  
72 73 74 75 78 79 80 81 82 84 85 86  
88 90 91 92 93 94 95 98 99 100 101  
105 111 117 119 120 121 126
- SIDRI, Astrophotometrie I 310 311 323 327  
328 329 331 333 336 337 338 339 340  
342 344 348 363, Doppelsterne I 688,  
Planeten III 387
- DU SIOUR, Einleitung I 115 153 154 155,  
Bahnbestimmung I 452 560 573
- SILANDER, Heliumeter II 14
- SILICA, Einleitung I 18, Kometen u. Meteore  
II 50 55 222
- SIRPRI, Zodiacallicht IV 181
- SLEVUS, Fernrohr I 700
- SPYBOTH, Sternataloge und Sternkarten IIIb  
494
- SHORT, Heliumeter II 4, Planeten IIIa 398
- STOLBOVIAN, Planeten III 433
- SIDGRALVS, Astrospektroskopie I 422
- SIEBEL, Uhr IV 14
- SILMNS, FR, Fernrohr I 740
- SILMNS, WILHELM, Kosmogonie II 246, Re-  
gistriapparate IIIb 38
- SILMNS, WILLIAM, Kosmogonie II 246
- SIMAS, Aequatoriel I 194, Altazimuth I 204,  
Mikrometer III 206
- SIMON, Kosmogonie II 242
- SIMPICUS, Einleitung I 10 11 15
- SIMPSON, Mechanische Quadratur II 618
- SISSON, Aequatoriel I 192
- SIXIUS IV, Einleitung I 55, Chronologie I  
615
- SMITH, Astrophotometrie I 362
- SMITH, Astrophotometrie I 332
- SMYTH, Astrospektroskopie I 405, Sternataloge  
und Sternkarten IIIb 490
- SNELLIS, Fernrohr I 708 710
- SOLOLOFF, Sternataloge und Sternkarten IIIb  
491 502 504
- SOCRALS, Einleitung I 9
- SOEDLER, Sternataloge und Sternkarten IIIb  
483
- SOMMER, Kosmogonie II 228
- SORBY, Sonne IIIb 88
- SUSJOENLS, Einleitung I 31, Chronologie I  
613
- SOULLARD, Finsternisse I 839, Mechanik des  
Himmels II 405
- SOUTH, Doppelsterne I 673, Sternbilder IIIb  
113
- SPENCER, Aequatoriel I 194
- SPINOZA, Fernrohr I 702
- SPITAIER, Kometen und Meteore II 52 75 77,  
Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 528
- SPOKER, Sonne IIIb 65 66 67 68 71 72 84
- SPRINGEL, Registriapparate IIIb 39 40 41
- STACKEL, Mechanik des Himmels II 291
- SIAMPTER, Astrophotometrie I 331, Mikro-  
meter IIIa 138, Uhr IV 10
- SIANNYAN, Sonne IIIb 75
- STARKE, Planeten III 433
- STARKE, Zeitbestimmung IV 171
- SIAUDACHIK, Planeten III 433
- SILCHER, Kometen und Meteore II 108
- STERN, BIDL, Einleitung I 67
- SILMAN, Astrospektroskopie I 396
- STEINILIN, CARL AUGUST VON, Einleitung I  
163, Astrophotographie I 213 217 225  
263, Astrophotometrie I 308 309 310  
311 323 327 341 344 362, Fernrohr I  
707 723 728 729 745, Mikrometer III 1  
137 138 199 200 201 217, Planeten IIIa  
433, Zeitbestimmung IV 178
- SILINILIN, RUDOLF VON, Astrophotographie  
I 230, Fernrohr I 707 734 735 742
- SILPHAN, Kometen und Meteore II 75 76,  
Sternataloge und Sternkarten IIIb 517,  
Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 525,  
Theilfächer IIIb 608 611
- SIPPENCK, Sternkarten IIIb 548, Zeitbe-  
stimmung IV 143 172
- SILVIN, Einleitung I 77
- SIIWARI, BALLOUR, Sonne IIIb 67.
- SICHIKINOHI, Sternataloge und Sternkarten  
IIIb 477
- SIELEST, MICHAEL, Chronologie I 615
- SIRING, Mechanik des Himmels II 520
- STOCKWILL, Mechanik des Himmels II 395
- SIOLEFF, Chronologie I 615
- STOCKE, Fernrohr I 739
- STONER, E., Sternataloge und Sternkarten IIIb  
506, Universum IV 117
- STRON, O., Bahnbestimmung I 573, Helio-  
meter II 16, Mikrometer IIIa 164, Per-  
sonliche Gleichung IIIa 382, Planeten  
IIIa 385 399, Sonne IIIb 62, Stern-  
cataloge und Sternkarten IIIb 491
- SIRASER, Sternataloge und Sternkarten IIIb  
497
- SIRANOW, Sonne IIIb 71, Universum IV  
72 92 93 96 109 110 114 115 116 123
- SIRATORD, Sternataloge und Sternkarten IIIb  
462
- SRAUBEL, Fernrohr I 737
- SIRUVI, II, Doppelsterne I 674, Mechanik  
des Himmels II 467, Mikrometer IIIa  
141 163 167 Planeten IIIa 426 428.
- SIRUVI, L., Finsternisse I 754 763 811, Parallaxe  
IIIa 322, Eigenbewegung des Sonnen-  
systems IIIb 96 103 107 108 109.
- SRAUVE, O., Einleitung I 162 163, Doppel-  
sterne I 674 675 677 678 687; Mikro-

meter IIIa 116 147 155 163 164 165 195, Planeten IIIa 414 424 425 426 427 428 431 432, Precession IIIb 17, Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 108, Sternataloge und Sternkarten IIIb 466

SRUVR, W., Einleitung I 162, Aberration I 170 171 176, Astrophotographie I 303, Astrophotometrie I 343 347 348, Bahnbestimmung I 465 489, Doppelsterne I 671 672 673 674 675 677 685, Nchometer II 15, Lungenbestimmung II 262 263 264 266 268, Mikrometer IIIa 129 147 156 158 163 164 229, Parallaxe IIIa 346 347, Passageninstrument IIIa 361, Persönliche Gleichung IIIa 369, Planeten IIIa 418 422 424 425 427 428 431, Polhöhe IIIa 463, Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 96, Sternbilder IIIb 113 114 115, Sternataloge und Sternkarten IIIb 458 481 484, Sternwarten IIIb 531 537, Theilfehler IIIb 602 611, Universum IV 61 62 63 64 65 66 72 76 84 94 105

STUCKRAH, Horizontalpendel II 33

STRUMF, Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 103 107 108, Sternataloge und Sternkarten IIIb 508

STURM, Einleitung I 117

IC SURUR, Einleitung I 122, Astrospectoskopie I 407

SWASEY, Aequatorial I 194

SWH I, Kometen und Meteore II 52 76 77 94, Planeten IIIa 434, Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 525

VAN SWINDEN, Uhr IV 5 10

SVYVESIER II, Einleitung I 53

T

TACCHINI, Astrospectroskopie I 401 405, Finsternisse I 800, Sternataloge und Sternkarten IIIb 490 510

TALCOU, Aberration I 176, Nutation IIIa 306 308, Polhöhe IIIa 467 468 479 491, Strahlenbrechung IIIb 601, Universal transit IV 55, Zeitbestimmung IV 172

TALMAGE, Kometen und Meteore II 73

TARTAGRA, Einleitung I 77

TATLOCK, John, Sternataloge und Sternkarten IIIb 503

TAYLOR, Einleitung I 152 153, Bahnbestimmung I 474 477 481, Chronometer I 645, Fernrohr I 725, Interpolation II 42 45 46 47, Mechanik des Himmels II 371 363 399, Methode der kleinsten Quadrate IIIa 42

TAYLOR, TH GR, Sternataloge und Sternkarten IIIb 475 485

TEBBIUT, Kometen und Meteore II 74 94

ILMPLI, Kometen und Meteore II 70 74 76 77 94 218, Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 525 526 527

TIMPTHOFF, G F de, Bahnbestimmung I 569

IGNONAGEI, Einleitung I 67

TENNANT, Chronometer I 646, Sonne IIIb 78

TERRY, Planeten IIIa 402 405 426

TERING, Uhr IV 36

TIEENS, Uhr IV 20

ITALIN, Astrospectroskopie I 398 429

TIALTY, Einleitung I 6 8 17, Mechanik des Himmels II 455

TITACHIR, Kometen und Meteore II 94 218

TINIER, BEN CHORA, Einleitung I 49 51 52

FINON, d J, Einleitung I 48 49

TINOKIL, Uhr IV 33

LIHIT, Astrophotographie I 279 282, Bahnbestimmung I 573, Doppelsterne I 676 677, Mikrometer IIIa 165

THOLTON, Astrospectroskopie I 394 399 429, Planeten IIIa 409

THOM, JUAN, Sternataloge und Sternkarten IIIb 503 521, Universum IV 67 68

THOMPSON, ROBERT ANCHOR, Sternataloge und Sternkarten IIIb 490

THOMSON, WILLIAM, Kosmogonie II 246, Mechanik des Himmels II 551, Sonne IIIb 90, s KEVIN

THDI, Uhr IV 20

THII, Sternataloge und Sternkarten IIIb 497

THIJI, F., Astrophotometrie I 340, Bahnbestimmung I 464 573, Mechanik des Himmels II 343, Mikrometer IIIa 134, Planeten IIIa 439, Sternataloge und Sternkarten IIIb 462

FIGER-INDI, Persönliche Gleichung IIIa 378

THIO, Kometen und Meteore II 181

TIMOCIARIS, Einleitung I 19, Aequatorial I 179, Sternataloge und Sternkarten IIIb 455

THSANDIR, Kosmogonie II 241

TISSRAND, Bahnbestimmung I 523 573, Doppelsterne I 677, Fernrohr I 746, Kometen und Meteore II 93 95 96, Mechanik des Himmels II 482 484 556, Scintillation IIIb 52, Uhr IV 16

THIUS, Planeten IIIa 385

TOBLE, Uhr IV 34 37

TODD, D., Finsternisse I 838, Persönliche Gleichung IIIa 382

TÖPFE, Astrophotometrie I 316, Astrospectroskopie I 374

TORNWATH, Aequatorial I 190

TOCANPLI, Kometen und Meteore II 52

TRABIKI, Scintillation IIIb 52

TRAUMUTIR, Uhr IV 5

TRILINKO, Sternataloge und Sternkarten IIIb 494

TRIANCKIR, Heliotometer II 5

TROUGHTON, Aequatorial I 194, Altazimuth I 204, Mikrometer IIIa 115 117 202, Uhr IV 13

TRONVIOI, Planeten IIIa 397 417 423, Universum IV 69

TROWBROCK, Kosmogonie II 241

TECHERNHAUS, Graf, Fernrohr I 701

TUCKER, Sternataloge und Sternkarten IIIb 510 521

LUMIER, Astrophotometrie I 333 349 364

TUPMANN, Kometen und Meteore II 181 202 213, Mikrometer IIIa 100

TURKHAM, Kometen und Meteore II 116

TUTTL, Kometen und Meteore II 74 75 94 218

TWNING, Kometen und Meteore II 187

TYCHO, BRAHLE, Einleitung I 58 67 68 69 70  
71 72 73 76 77 78 80 84 85 92 93  
97, Aequatorale I 179, Aimille I 209  
Astrophotometrie I 356 358, Kometen  
und Meteore II 54, Parallaxe IIIa 321  
346, Quadrant IIIb 29, Sternbilder IIIb  
109 223, Sternataloge und Sternkarten  
IIIb 456

## U

UBAGHS, Eigenbewegung des Sonnensystems  
IIIb 108  
URALDI, Einleitung I 77  
ULUGH, BRIGH, Einleitung I 53, Sternataloge  
und Sternkarten IIIb 455  
UPDEGRAFF, Sternataloge und Sternkarten  
IIIb 503 505  
URBAN VIII, Einleitung I 74  
USCHER, Scintillation IIIb 53  
UTSCHNEIDER, Fernrohr I 706 707, Heliometer  
II 7

## V

VALENTINER, Aimuth I 438, Planeten IIIa 402,  
Sternataloge u. Sternkarten IIIb 480 496  
507, Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 527  
VALZ, B., Bahnbestimmung I 570 571; Ko-  
meten und Meteore II 74, Mikrometer IIIa  
68 205 394  
VASSENIUS, Sonne IIIb 61  
VENDELIN, Parallaxe IIIa 320  
VENTURI, Mikrometer IIIa 65  
VESPUCCI, AMFRIGO, Einleitung I 55  
VIAKO, BAROLO, Sternataloge und Sternkarten  
IIIb 510  
DE VICO, Bahnsucher I 574, Kometen und Me-  
teore II 70 71 94, Planeten IIIa 394 395  
VIDAL, Sternataloge und Sternkarten IIIb 479  
VIFORDT, Persönliche Gleichung IIIa 380  
VILLARCAU, YVON, Einleitung I 163, Aberration  
I 175, Bahnbestimmung I 571, Chro-  
nometer I 648, Doppelsterne I 676 696  
VILLIGER, Planeten IIIa 397, Universum IV 74  
VIOLE, Astrophotometrie I 306, Sonne IIIb  
87 88  
VIVIANI, Uhr IV 4 5  
VOGEL, H. C., Einleitung I 163, Aequatorale  
I 193, Astrophotographie I 233 234 238  
240 247 252 254 255 265 273, Astro-  
photometrie I 316 332 358 359, Astro-  
spektroskopie I 371 372 378 380 383 391  
394 398 399 403 404 405 406 407 408  
409 410 414 415 416 417 418 419 420  
421 422 423 425 426 427 428 429,  
Doppelsterne I 690, Fernrohr I 737 738,  
Kometen und Meteore II 74, Kosmogonie  
II 235 237, Mikrometer IIIa 94 123 124  
184, Planeten IIIa 390 394 395 396  
397 398 405 415 430, Sonne IIIb 62  
64 82, Eigenbewegung des Sonnensystems  
IIIb 92 97 101; Sternhaufen und Nebel-  
flecke IIIb 525 526 530, Universum IV  
103 104 109  
VOIGLANDER, Astrophotographie I 234 235  
238, Astrospektroskopie I 369  
VOIT, Fernrohr I 723 728 729.  
VULLIAMY, Uhr IV 24

## W

WADSWORTH, Fernrohr I 748 749  
WAGNER, AUGUST, Aberration I 171, Stern-  
ataloge und Sternkarten IIIb 487  
WAGNER, H. A. E., Chronologie I 624  
WAGNER, J. W., Parallaxe IIIa 322 325  
WAGNER, RUDOLF, Fernrohr I 706  
WATKINS, Persönliche Gleichung IIIa 368 369  
WALDYER, Persönliche Gleichung IIIa 377  
WATKIN, Kometen und Meteore II 227  
WALLFELS, Einleitung I 78  
V. WALTENHOFFEN, Fernrohr I 736  
WALTHE, B., Einleitung I 55  
WANACH, BERNHARD, Sternataloge und Stern-  
karten IIIb 508  
WANSCHAEF, Astrophotographie I 271 272 273  
277, Astrophotometrie I 316 344  
WARDUS, SEYM, Einleitung I 96  
WARFENT, Einleitung I 120 140  
WARNER, Aequatorale I 194  
WANNFORD, Coordinaten I 665, Polhöhe IIIa  
453, Zeitbestimmung IV 157  
WARMANN, Planeten IIIa 433  
WATERS, Universum IV 113  
WATKINSON, J. J., Bahnbestimmung I 458  
570 571 572, Sonne IIIb 88  
WATSON, J. C., Bahnbestimmung I 572, Pla-  
neten IIIa 434, Universum IV 74  
WEBB, Mond IIIa 278  
WEBER, Einleitung I 163, Kometen und Me-  
teore II 116, Mechanik des Himmels II  
486, Planeten IIIa 433  
WEIDENBACH, A. J., Chronologie I 624  
WEIDENBACH, Mechanik des Himmels II 508  
WELIG, ERHARD, Chronologie I 615  
WEISER, Mechanik des Himmels II 453  
WEISS, E., Bahnbestimmung I 573, Stern-  
ataloge und Sternkarten IIIb 486 488 490,  
Uhr IV 29  
WEISS, M., Sternataloge und Sternkarten IIIb  
478 482, Universum IV 61 63.  
WELLMANN, V., Mikrometer IIIa 224, Tafel IV  
227 229 235  
WELSER, MARCUS, Einleitung I 76  
WENDTIN, GOTTFRIED, Kometen und Meteore  
II 60  
WENDLIL, O. C., Universum IV 76.  
WERNER, Planeten IIIa 385  
WESLEY, Universum IV 68  
WESTPHAL, Kometen und Meteore II 70 94;  
Mikrometer IIIa 186  
WETTER, G. D. E., Bahnbestimmung I 540  
571  
WEYRAUCH, Kosmogonie II 246  
WETTER, Persönliche Gleichung IIIa 376.  
WHIPPLE, Astrophotographie I 300  
WHITT, E. J., Sternataloge und Sternkarten  
IIIb 501  
WICHLER, Kometen und Meteore II 116.  
WICHMANN, Finsternisse I 803 804  
WIDMANNFATTEN, Kometen u. Meteore II 109  
WIEDLMANN, E., Astrospektroskopie I 409  
WIESER, JOHANN, Fernrohr I 703  
WIDR, Scintillation IIIb 54  
WILHELM VON HESSEN, Einleitung I 67 72,  
Uhr IV 3.



WILLIAMS, SIANLY, Planeten IIIa 410, Stern-  
cataloge und Sternkarten IIIb 504  
V D WILHIGIN, Astrospektroskopie I 396  
WIJSSING, Astrophotometrie I 359 361 362,  
Astrospektroskopie I 422 426, Sonne IIIb  
66 71, Strahlenbrechung IIIb 591  
WILSON, Doppelsterne I 674 685, Sonne IIIb  
61 69 74, Sterncataloge und Sternkarten  
IIIb 507, Universum IV 71  
WINBAUER, Uhr IV 34 35  
WINKELMANN, Feinrohr I 706 721 737, Scin-  
tillation IIIb 51, Uhr IV 15  
WINOCK, Sonne IIIb 82  
WINNICK, Einleitung I 160, Altimuth I 205,  
Astrophotometrie I 363, Bahnwucher I 575;  
Helometer II 5 13 15, Kometen und Me-  
teore II 52 56 74 75 76 86 94 102 122,  
Kosmogonie II 233, Mikrometer IIIa 184  
186, Parallaxe IIIa 332 338, Planeten  
IIIa 390 398 399 414, Sterncataloge und  
Sternkarten IIIb 487, Sternruhen und  
Nebelflecke IIIb 525 526, Sternwarten  
IIIb 540 542  
WINNICK, Chronometer I 647, Uhr IV 16  
WIRI, Sternataloge und Sternkarten IIIb 510.  
WISLICKIUS, WALLER F, Astrospektroskopie I  
366 (Verf.), Chronologie I 593 (Verf.)  
604 624, Mikrometer IIIa 175, Person-  
liche Gleichung IIIa 375  
WIEN WALK, Kometen und Meteore II 79  
WILL, G, Planeten IIIa 440  
WOLF, CHARLES, Astrophotographie I 214,  
Astrospektroskopie I 415, Kosmogonie II  
232 239, Persönliche Gleichung IIIa 374  
376 381, Sternataloge und Sternkarten  
IIIb 517, Sternhaufen und Nebelflecke  
IIIb 527, Theilfehler IIIb 608 611, Uni-  
versum IV 110  
WOLF, MAX, Astrophotographie I 227 229 234  
237 239 304, Bahnbestimmung I 523  
524; Kometen und Meteore II 68 74 77,  
Planeten IIIa 436, Sternhaufen und Nebel-  
flecke IIIb 528, Universum IV 71 120,  
Zodiakallicht IV 185  
WOLF, RUDOLF, Feinrohr I 700 720, Kometen  
und Meteore II 160, Sonne IIIb 67 74  
WOLF, (Gleiwitz), Kometen und Meteore II  
116  
WOLF, (MAYR und WOLF), Registrirapparate  
IIIb 38  
WOLFF, Persönliche Gleichung IIIa 383  
WOLFF, J PH, Bahnbestimmung I 458  
568 572, Ort IIIa 312, Sternataloge  
und Sternkarten IIIb 458 459 461 462  
471 472 476  
WOITF, TH, Astrophotometrie I 323 331 344  
348 363, Scintillation IIIb 50 56 58,  
Universum IV 77  
WOLLASTON, FRANCIS, Einleitung I 163, Astro-  
photometrie I 332 333 342, Mikrometer  
IIIa 229 230 231 233 235, Sternataloge  
und Sternkarten IIIb 475 479  
WOOLHOUSE, Finsternisse I 838.  
WORMS, Kosmogonie II 246.

WOSKOROT, J, Sternataloge und Sternkarten  
IIIb 502  
WRAY, Planeten IIIa 433  
WRIGHT, Astrospektroskopie I 405, Kosmo-  
gonie II 231, Universum IV 58  
WROTHSLEY, Lord, Doppelsterne I 674,  
Sternataloge und Sternkarten IIIb 484  
489  
WULLNER, Uhr IV 9  
WUNDT, Persönliche Gleichung IIIa 371 377  
378 379  
WULLSCH, Kometen und Meteore II 161  
WUSCHICHOVSKY, Kometen und Meteore II  
Tafel IV, S 58

X

XIRYES, Mechanik des Himmels II 455

Y

YARNALL, Sternataloge und Sternkarten IIIb  
490 493  
YOUNG, C A, Uhr IV 28  
YOUNG, THOMAS, Astrophotometrie I 327,  
Astrospektroskopie I 387 402 425, Kos-  
mogonie II 240, Planeten IIIa 399,  
Sonne IIIb 63 64 73 74 76 78 79 82  
83 85 86

Z

Y ZACH, Bahnbestimmung I 569 570, Chro-  
nologie I 624, Kometen und Meteore II  
55 112, Mikrometer IIIa 68 104, Pla-  
neten IIIa 390 398 435, Scintillation  
IIIb 55, Sternataloge und Sternkarten  
IIIb 457 475 479 480, Sternwarten  
IIIb 531  
ZAJN, Mikrometer IIIa 65  
ZAHRTMANN, Längenbestimmung II 260  
ZECH, J, Finsternisse I 813, Sternataloge u.  
Sternkarten IIIb 458  
ZEHNER, Fernrohr I 705  
ZLASS, Sternwarten IIIb 546, Zodiakallicht IV  
185  
ZELBR, KARL, Bahnbestimmung I 452 (Verf.)  
458 (Verf.) 468 (Verf.) 469 (Verf.) 471  
(Verf.) 513 (Verf.) 539 (Verf.) 542 (Verf.)  
568 (Verf.)  
ZENGER, Feinrohr I 745.  
ZEZIOI, Kometen und Meteore II 118 126  
181 211 213  
ZOLLNER, Einleitung I 163, Astrophotometrie  
I 313 314 315 316 318 319 328 332  
333 334 336 337 338 339 340 341 342  
344 361 362 363 364, Astrospektroskopie  
I 370 382 383 385 414 423 425 428  
Horizontalpendel II 28 30 31 40, Kos-  
mogonie II 229 239, Planeten IIIa 387  
388 419, Scintillation IIIb 66 70 71 72  
78 83 84 86 88, Universum IV 77  
ZUCCHI, Fernrohr I 703  
ZUPUS, Planeten IIIa 390  
ZWINK, Uhr IV 19 20





Sach - Register.



# Sach-Register.

(Die römischen Ziffern geben die Bände, die arabischen die Seiten an)

## A

Abendweite I 164, 176f. dazu I 165

Aberration entdeckt von Bradley *Einleitung* I 118, *Aberration* I 170, *Parallaxe* IIIa 146, tagliche, jährliche, *secular* Aberration I 166, der Fixsterne I 166 ff., der Planeten I 167 178, allgemeine Ausdrücke I 167, für die tagliche I 170, für Beobachtungen im Meridian I 170, die jährliche, für den Aequator I 170, Berechnung I 171, für die Ekliptik I 172, für die Sonne I 172, die *secular* I 172, strenge für Polsterne gültige Formeln I 173 ff., die Aberrationsellipse und Wirkungen der Aberration I 172 177, Aberration der Planeten, Berücksichtigung auf verschiedene Weise I 178, *Bahnbestimmung* I 465 469 489 497

Die Constante der taglichen und jährlichen Aberration *Aberration* I 170, verschiedene Werthe aus Beobachtungen am Meridiankreis, im ersten Vertical, durch die Jupiterstrahlanten und Lichtgeschwindigkeit I 170 171, Bestimmung der Constanten aus Rectascension und Declination des Polarsterns I 175, aus Declinationen von Zenithsteinen I 175, aus Unterschieden von Meridianzenithdistanzen zweier Sterne (Morrebow-Talcott) I 176, *Nutation* IIIa 305 307, *Pollhöhe* IIIa 468 491, günstigste Bedingungen *Aberration* I 177, Einfluss des Lichts von verschiedener Wellenlänge *Parallaxe* IIIa 350

Einfluss und Berücksichtigung d. Aberration bei Beobachtungen, *Abrurcanden* I 148 199, *Azimuthbestimmung* I 442, *Doppelsterne* I 677, *Meridiankreis* IIIa 7, *Mikrometermessungen* IIIa 239 244, *Ort* IIIa 309, *Parallaxe* IIIa 343 344 346 349 350, *Pollhöhenbestimmung* IIIa 455, bei systematischen Unterschieden, *Stellencataloge* IIIb 471, *Zeitbestimmungen* IV 142

— Chromatische Aberration *Fermohs* I 703 723 724

— Sphärische Aberration *Fermohs* I 703 720 724.

Aberrationszeit s. Aberration der Planeten  
Abgemikroskop, Beschreibung *Mikroskop* IIIa 3, *Nomur* IIIa 299, Untersuchung und Berichtigung, senkrechte Stellung der Axo zur Kreisebene IIIa 300, Bild der Theilung in der Ebene der Fäden IIIa 301, Fehler des Schraubenwerthes oder Run IIIa 301, Schraubenfehler IIIa 302, s. auch Mikrometer, Beleuchtung der Theilung unter dem Mikroskop IIIa 302 *Unveränderliches Instrument* IV 44

Abplattung, der Erde *Mechanik des Himmels* II 458, *Parallaxe* IIIa 315 323, Bestimmung aus dem Verhältnisse der Fliehkraft zur Schwerkraft *Mechanik des Himmels* II 550, Beziehung des Verhältnisses der Fliehkraft zur Schwerkraft im Aequator und des Verhältnisses der Schwerezunahme vom Aequator zum Pol zur Schwere selbst, Clairaut'sches Theorem II 555

Theoretische Abplattung für Sonne, Jupiter, Saturn II 551, für die Satelliten II 562, Abplattung der Planeten *Planeten* IIIa 387

Abweichung s. Deklination

Acceleration, der Fixsterne *Zeitbestimmung* IV 131, s. auch Beschleunigung

Achromatic, Geschichte derselben *Fermohs* I 704, ihre Untersuchung I 737

Achromatisch *Fermohs* I 704

Adapteur von Vogel *Astrophotographus* I 255

Aequant *Funkelung* I 38

Aequator des Himmels *Einleitung* I 2 ff., *Chronologie* I 593, *Coordinationen* I 655 ff., *Mechanik des Himmels* II 568 586, *Präcession* IIIb 1, Trägheitsäquator *Mechanik des Himmels* II 567

Aequatoriale machina *Aequator cal* I 179

Aequatorcal I 179, Beschreibung I 179 189 ff., Meridian, Azimuth, Aequator des Instruments I 179, Stundenwinkel und Declination eines Punktes der Sphäre im Instrument I 180, Biegung des Fernrohrs

- und der Deklination und Stundenre I 181, allgemeine Theorie I 181, Ermittlung der Instrumentalfehler I 185, absolute und relative Ortsbestimmungen I 188, in Verbindung mit Mikrometern I 188
- Aequatoreale Aufstellung, deutsche, englische, französische I 189 ff., *coudé* I 189
- Verzeichnis der bedeutendsten jetzigen Fernrohre in äquatoraler Aufstellung I 194
- Aequatorialcoordinaten *Coordinaten* I 656 f., Verwindlung derselben in horizontale und umgekehrt I 658 659 662, in ekliptikale und umgekehrt I 663 664, *Bahnbestimmung* I 469 470
- Aequatoreil - Horizontalparallaxe u. Parallaxe, III 315
- Aequinoctialpunkt, Aequinoctium *Einleitung* I 5, *Chronologie* I 595, *Coordinaten* I 657, seine Culmination Anfang des Sternjars *Zeitbestimmung* IV 131, Bestimmung desselben *Meridiankreis* III 17, *Rectascensionsbestimmung* III b 30, *Stern-cataloge* III b 456, mittlere, scheinbares, wahres Aequinoctium *Bahnbestimmung* I 469, *Mechanik des Himmels* II 588, Periodische Aenderungen, *Nutation* III 302, *Zeitbestimmung* IV 131 140, Gleichung d. Aequinoctialpunkte *Bahnbestimmung* I 469, systematische Fehler *Eigenbewegung des Sonnensystems* III b 96, *Stern-cataloge und Sternkarten* III b 457, u. auch *Nutation*, *Precession*, *Mechanik des Himmels*
- Aequinoctialstunde *Einleitung* I 3 32
- Aeren *Einleitung* I 5, *Chronologie* I 406 ff., u. auch *Kalender*
- Aerolitische *Kometen und Meteore* II 103, Ursprung *Kosmogonie* II 244, u. auch *Kometen*, *Meteore*, *Sternschnuppen*
- Akronychisch s. *Anfang*
- Albedo *Astrophotometrie* I 335, scheinbare und wahre I 336, die relative I 336, der Planeten I 340, *Planeten* III a 387, des Mondes *Astrophotometrie* I 342, der Mondgegenden *Mond* III a 250, Abhängigkeit von der Farbe *Planeten* III 388
- Alfonsinische Tafeln *Einleitung* I 54, neue Tafeln I 66,
- Algol, seine Veränderlichkeit entdeckt von Montanari *Einleitung* I 117
- Algotsteine, u. Veränderliche Steine
- Alidade I 195
- Alidadenlibelle *Meridiankreis* III a 1, *Universalinstrument* IV 43 53
- Almicrat I 196, *Zeitbestimmung* IV 153, Beschreibung des Instruments *Almicranta* I 202, Theorie desselben I 196, Bestimmung der Instrumentalfehler I 197, Berichtigung d. Fehler I 203, Horizontalität der Fernrohraxe, Collimation, Nullpunkt des Höhenkreises, Coincidenz des Schwerpunkts und Drehungsmittelpunkts I 203 204, Bestimmung der Fadenintervalle I 201, der Zeit I 198, *Zeitbestimmung* IV 153, der Polhöhe *Almicranta* I 199, der Rectascension und der Deklination I 199, Einfluss der täglichen Aberration I 199, der Refraction I 200
- Almicratarat *Coordinaten* I 655; erster, Polus *Almicranta* I 197
- Altazimuth I 204, *Polhöhe* III 480, Beschreibung des Instruments *Altazimuth* I 205 ff., Bestimmung der Fehler der Aufstellung und des Instruments durch Miren, Nadi, Niveau I 207, Reduction auf den Mittelfaden I 207, bei Mondbeobachtungen auf die Mondcentum I 208 209, Bestimmung des Azimuths eines Object. I 208, des Mondes I 208, der Uhr correction I 208, Vergleichung der beobachteten Azimuths mit der Mondephemeride I 209, Vortheile für die Beobachtung des Mondes I 204 ff., u. auch *Universalinstrument* IV 44 ff.
- Amplitudo occidua, ortiva *Abendwende* I 164
- Anastem, Anastematisches Argument *Mechanik des Himmels* II 495
- Andromeda *Staubbilder* III b 115, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne III b 115, Verzeichniss der Doppelsterne III b 116 449, der Nebelflecke und Sternhaufen III b 119, der veränderlichen Sterne III b 121 452 455, der farbigen Sterne III b 121, *Precessions-tabelle* III b 122
- Andromedanebel entdeckt von Marius, *Sternhaufen* III b 524, als Spiralnebel von Roberts durch photographische Aufnahmen erkannt III b 528, neuer Stern in demselben *Astrophotometrie* I 357
- Andromediden *Kometen und Meteore* II 185
- Annus fictus, u. Ort
- Anomalie, excentrische, mittlere, wahre *Einleitung* I 91, *Bahnbestimmung* I, 457 494, *Mechanik des Himmels* II 301 306; Berechnung der wahren Anomalie für die Parabel, Barkersche Tafel, *Bahnbestimmung* I 560, *Mechanik des Himmels* II 304, wenn sie sich 180° nähert, *Bahnbestimmung* I 566, die Barkersche Tafel und ihre Erweiterung für grosse Anomalien *Anhang* IV 190 235, Berechnung der excentrischen, wahren Anomalie und des Radiusvector aus der mittleren für die Ellipse *Bahnbestimmung* I 457 ff. 494, *Mechanik des Himmels* II 307, für die Hyperbel *Bahnbestimmung* I 497, *Mechanik des Himmels* II 307, Beispiel II 307, allgemeiner Ausdruck für die excentrische Anomalie und für gewisse Functionen des Radiusvector und der wahren Anomalie als Function der mittleren II 308 ff., u. auch *Bahnbestimmung* und *Mechanik des Himmels*
- Antipneumatic, die Luftpumpe *Staubbilder* III b 122; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne III b 122; Verzeichniss der Doppelsterne III b 122, der Nebelflecke und Sternhaufen III b 123, der veränderlichen Sterne III b 123 453, der farbigen Sterne III b 123, *Precessions-tabelle* III b 124

**Apex, Antapex** *Einleitung* I 161, *Kometen und Meteor* II 127 ff 163 ff, Tabelle für die Elongationen vom Apex für hyperbolische, parabolische, elliptische Bahnen II 167, der Sonnenbewegung *Præcession* IIIb 16, *Eigenbewegung des Sonnensystems* IIIb 93, Formeln zur Bestimmung der Lage IIIb 94, Resultate IIIb 103, Zusammenstellung der scithigen Bestimmungen IIIb 107 f

**Aphel** *Einleitung* I 22, *Bahnbestimmung* I 455

**Aplanatisches Linsensystem** *Kenobi* I 721

**Apogäum** *Einleitung* I 21, Länge des Apogäums der Sonne I 26, Veränderungen d Länge nach Copernicus I 61

**Apsiden, Apsidenlinie** *Einleitung* I 21, *Bahnbestimmung* I 457, ihre Bewegung durch Copernicus erkannt *Einleitung* I 58, durch Newton untersucht I 103 ff, Arbeiten von Clairaut, d'Alcambert, Euler darüber I 21 ff, s auch Mechanik des Himmels

**Apus, der Paradiesvogel Sternbild** IIIb 124, Grenzen und Anzahl der dem bloßen Auge sichtbaren Sterne IIIb 124, Verzeichniß der Doppelsterne IIIb 124 449, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 125, der veränderlichen Sterne IIIb 125 453, der farbigen Sterne IIIb 125, Präcessionstabelle IIIb 125

**Aquarius, der Wassermann Sternbild** IIIb 125, Grenzen und Anzahl der dem bloßen Auge sichtbaren Sterne IIIb 125, Verzeichniß der Doppelsterne IIIb 126 449, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 129, der veränderlichen Sterne IIIb 131 454 455, der farbigen Sterne IIIb 131, Präcessionstabelle IIIb 132

**Aquila, der Adler Sternbild** IIIb 132, Grenzen und Anzahl der dem bloßen Auge sichtbaren Sterne IIIb 132, Verzeichniß der Doppelsterne IIIb 133 450, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 136, der veränderlichen Sterne IIIb 137 454, der farbigen Sterne IIIb 137, Präcessionstabelle IIIb 138

**Ar, der Altar Sternbild** IIIb 138, Grenzen und Anzahl der dem bloßen Auge sichtbaren Sterne IIIb 138, Verzeichniß der Doppelsterne IIIb 138 450, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 439, der veränderlichen Sterne IIIb 140 454, der farbigen Sterne IIIb 140, Präcessionstabelle IIIb 140

**Argo mit Carina, Malus, Puppis, Vela und Pyxis, das Schiff Argo Sternbild** IIIb 140, Grenzen und Anzahl der dem bloßen Auge sichtbaren Sterne IIIb 140, Verzeichniß der Doppelsterne IIIb 141 450, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 146, der veränderlichen Sterne IIIb 148 153, der farbigen Sterne IIIb 149, Präcessionstabelle IIIb 150

**Argument der Breite** *Bahnbestimmung* I 471

**Ariel, s Planeten, Uranus** IIIa 430

**Aries, der Widder Sternbild** IIIb 150, Grenzen und Anzahl der dem bloßen Auge sichtbaren Sterne IIIb 150, Verzeichniß

der Doppelsterne IIIb 151 450, d Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 152, der veränderlichen Sterne IIIb 153, der farbigen Sterne IIIb 153; Präcessionstabelle IIIb 153

**Armille** I 209, *Aequatorealarmillen* *Einleitung* I 68, Beschreibung *Armille* I 209, Beobachtung mit denselben I 209, *Aequatoreal* I 179, Solstizialarmillen, Beschreibung u Beobachtung damit, *Armille* I 211

**Asteroiden** *Planeten* IIIa 435, Nachforschungen, Entdeckungen, Titus-Bode'sches Gesetz IIIa 384 435, Entdeckung der Ceres IIIa 435, der Pallas, Juno, Vesta IIIa 436, Uebersicht der Entdeckungen IIIa 436, photographisch entdeckt *Astrophotographie* I 239, *Planeten* IIIa 384 436, Bezeichnung IIIa 437, Uebersicht der mittleren Bewegungen IIIa 437, commensurable Verhältnisse bei einigen mit der mittleren Bewegung des Jupiter *Mischung des Himmels* II 405, Elemente, verglichen mit denen der Kometen *Kometen und Meteor* II 79, ihre Wirkung auf die Kometen II 90, ihre Heiligkeit und die Berechnung der Grössenklasse *Astrophotometrie* I 340, *Planeten* IIIa 437, mittlere Oppositionsglässe und Phasecoefficient IIIa 438, ihre Masse IIIa 438, über den Wuth und die Nothwendigkeit d Bahnberechnung der verschiedenen Asteroiden IIIa 439, Uebersicht der Asteroiden von besonderm Interesse aus verschiedenen Gesichtspuncten IIIa 440, der Planet Eros IIIa 410, ihr Wuth für die Parallaxenbestimmung *Parallaxe* IIIa 327 330 331, ihre Entstehung *Kosmogonie* II 241 243, Verzeichniß der Bahnelemente *Anhang* IV 32 ff

**Astrogonomie s Sternbilder**

**Astrolabium** *Armille* I 210, Beschreibung I 210

**Astronomie, ihre Einteilung, *Einleitung* I 1, die Entwicklung der Wissenschaft bis in die neue Zeit I 1 ff; Definitionen I 1, erste Bestimmung der Jahreslänge durch die Aegypter I 3, die verschiedenen Auf und Untergänge, Bewegung v Sonne u Mond I 5, verschiedene Umlaufzeiten d Mondes I 7, Thales, Philolaus, Sokrates, Plato I 9, scheinbare Bewegung der Planeten I 9, die homocentrischen Sphären des Eudoxus I 10, Zerlegung der scheinbaren complicirten Planetenbewegung in eine gleichmässige mittlere und eine gesetzmässige Ungleichheit I 13, die Sphären des Calippus und Aristoteles I 15, die ruhenden und revolvirenden Sphären I 16, Erscheinungen von Kometen und ihre Erklärungen I 16; Grösse und Entfernung der Himmelskörper I 17, Anaximander, Pythagoras, seine harmonische Anordnung I 17, das ägyptische Planetensystem I 27, Aristarch, Eratosthenes, die erste Erdmessung I 18, Hipparch, die Präcession der Aequinoctien I 19, das Sternverzeichniß von**

Aristyll und Timocharis I 19; die Epicykeltheorie I 20, die Combination der wahren Bewegung von Erde und Planeten zu der scheinbaren der letzteren I 23, die Mittelpunktsgleichung I 27, die wahren Längen des Mondes aus der Beobachtung der Mondfinsternisse I 28, Posidonius, Plinius, der Julianische Kalender I 30f, Ptolemäus und sein Almagest I 32, Bestimmung der Zeit aus Meridiansdurchgängen I 32, Bestimmung der geographischen Breite und Schiefe der Ekliptik mit Hilfe des Gnomon I 33; sein Sternecatalog I 33, die Bestimmung der Elemente der Mondbahn I 35, Darstellung der Bewegung der Planeten I 37, die oberen Planeten I 38, die unteren Planeten I 40, Bestimmung der Retrogradationen und Ubersicht der Resultate des Ptolemäus I 43 44, Erklärung der Breitenbewegungen der Planeten I 44, die Bestimmung der Mondparallax durch Ptolemäus I 46, die arabischen Astronomen Alfraganus, Albrategnius I 49, die Triepidation I 51, die Planetentafeln von Arzachel und Ibn Junis I 53, die Sternwarte von Ulugh Beigh und sein Sternecatalog I 53, die Alfonsinischen Tafeln I 54, Peurbach und Regiomontanus I 55, Copernikus und das heliocentrische System I 57, seine Sonnentheorie I 61, seine Mondtheorie I 62, seine Planetentheorie I 63, Tycho Brahe, seine Angaben über die Strahlenbiegung I 67, seine Mondtheorie I 68, seine Ansichten über die Kometen I 71, Wilhelm von Ilasesen, Rothmann, Longomontanus, die Methoden des letzteren für die geographische Ortsbestimmung I 72 73, Galilei I 74, Erfindung des Fernrohrs I 74, Entdeckung der Mondberge, der Sonnenflecke, der Phasengestalt der Venus, der Jupitersmonde I 75, die Gesetze der Trägheit, der Zusammensetzung der Bewegungen, Fall- und Pendelgesetze I 77, Scheiner, Fabricius, die veränderlichen Sterne I 76, Kepler und seine Untersuchungen über den Mars I 80, das Gesetz der Flächen I 89, die elliptischen Bahnen der Planeten I 91, das Gesetz der Umlaufzeiten I 93, Lansberg, Bullialdus, Cassini und Huyghens I 96, die Entdeckung des Saturnrings und der Saturnsatelliten I 97, Hevel und seine Sternwarte in Danzig I 97, Newton und das Gesetz der allgemeinen Gravitation I 100, die Drehung der Apsiden I 103, die Mondtheorie I 106, die Drehung der Knotenlinie I 108, Präcession, Ebbe und Fluth I 112; Massen der Planeten I 114, Bahnbestimmung von Kometen I 114f, die Elemente einer Bahn I 115, Gegensätze gegen die Newton'sche Theorie I 116, Entdeckung neuer Veränderlicher, der Eigenbewegung der Fixsterne, der Aberration und Nutation I 117 118; weitere Fortschritte der praktischen Astronomie

im 18 Jahrhundert I 118, die Probleme der theoretischen Astronomie, die Bewegung der Apsiden des Mondes I 118, die Secularbeschleunigung der mittleren täglichen Bewegung des Mondes I 119, die Veränderungen der mittleren Bewegungen von Jupiter und Saturn I 119, die Präcession und Nutation, die Frage der Stabilität des Sonnensystems I 120, die Erscheinungen der Libration und sonstiger Ungleichheiten in der Bewegung der Satelliten I 120, das Problem der Bahnbestimmung I 120, die Arbeiten von Clairaut, d'Alembert, Euler über die Mondtheorie I 121, die Störungen in polaren Coordinaten I 122, secularer Glieder I 127, die Variation der Constanten I 132, die osculirende Bahn I 133, mittlere Elemente I 137, Lagrange, Laplace über die Stabilität des Weltsystems I 138, die Untersuchungen über die Jupitersatelliten I 140, Untersuchungen von Euler, Lagrange, d'Alembert über die Libration des Mondes I 141, über die Präcession und Nutation I 142, die Störungen der Kometen, specielle Störungen I 146, der Halley'sche Komet I 147, das Problem der Bahnbestimmung und die Arbeiten von Euler I 148, die Lambert'sche Gleichung und der Satz von der Krümmung I 150 151, Arbeiten von Lagrange, du Séjour I 152, Olbers, Laplace I 154, die Entdeckung des Uranus I 156, Gauss und seine *theoria motus corporum coelestium* I 157, Ubersicht über neue Untersuchungen in der Störungstheorie, widerstehendes Mittel, Meteorische, die neueste Entwicklung der Astronomie I 158 ff

Astronomischer Ring *Zeitbestimmung* IV 181

Astronomisches Netz *Zeitbestimmung* IV 180

Astrophotographie I 212, Aufnahmen der Sonne im Brennpunct einer Linse oder eines Spiegels I 213, mit Vergrößerungssystem I 215, Aufnahmen der Corona I 220, des Mondes I 222, der Planeten I 224, der Kometen I 226 235 239, *Kometen und Nixos* II 56; der Sternschnuppen *Astrophotographie* I 227, der Fixsterne mit grossen Refractoren oder Spiegelteleskopen I 228, mit Portraitobjektiven I 234, der Nebelflecke I 237, *Sternhaufen und Nebelflecke* IIIb 525 526, Entdeckung neuer Nebel IIIb 525, *Universeum* IV 123, *Kosmogonie* II 231 232; der kleinen Planeten I 239, Photographiren des Sonnenspectrums I 240, *Astrospectoskopie* I 394 ff, der Coronaspectrums *Astrophotographie* I 247, des Spectrums von Mond, Planeten, Kometen I 247, Aufnahmen mit dem Objectivprisma I 258, Vergrößerung der Aufnahmen I 261, Ausmessung der Sonnenbilder I 263, der Sternpositionen I 267, der Spectrogramme I 274

Aufnahmen und Vermessungen der Sternhaufen *Sternhaufen und Nebelflecke* IIIb 527, der Plejaden und im Hercules IIIb

527, Genauigkeit der Messungen III b  
526, *Milometer* IIIa 64; die Aussen-  
nebel der Plejaden *Sternhaufen und Nebel-  
flecke* IIIb 528, Aufnahmen der Milch-  
strasse zur Bestimmung der Vertheilung d  
Sterne *Unversum* IV 75

Die Reduction der gemessenen Stern-  
positionen *Astrophotographie* I 278 ff, nach  
rechtwinkligen Coordinaten I 283, Be-  
rücksichtigung der Aberration I 285, der  
Refraction I 285, Berechnung von Hilfs-  
tafeln I 286, die Refraktionsconstante für  
verschiedene Wellenlänge I 287, Correc-  
tionen für Distorsion des Feldes und De-  
formation der Schicht I 288, nach Posi-  
tionswinkel und Distanz I 288, Einfluss  
der Refraction I 289, der Precession, Nu-  
tation und Aberration I 291, der Scalen-  
werth I 292, die Nullpunkts correction I  
292, nach Rectascension und Declination  
I 295, die Refraction I 296, die optische  
Distorsion und die Deformation I 296,  
Precession, Nutation und Aberration I 297  
Geschichtliche Bemerkungen I 300

S auch unter den einzelnen Objecten  
und unter Photographie und Astrospectro-  
skopie

**Astrophotometrie** I 305, Photometrische  
Grundgesetze von Lambert, Lommel I 305,  
psychophysisches Grundgesetz von Fechner  
I 323, Photometer von Herschel I  
307, Steinheil I 308, Lamont I 311,  
Secchi I 312, Schwarz I 312, Horn-  
stein (Zonenphotometer) I 313, Zollner  
I 313, Hirsch I 316, Dawes I 316, Christie I  
316, Knobel I 317, Pickering I 317 320,  
Pritchard (Keilphotometer) I 321, Park-  
hurst I 322, Einteilung der Sterne nach  
Größen I 322, Stufenschätzungen I 325;  
Unterschied der photographischen und  
optischen Helligkeit der Sterne I 325, Ex-  
tinction des Lichts I 325, der Trans-  
missionscoefficient I 326, Extinctionstabelle  
I 329, Helligkeitsverhältnisse der Sonne  
I 331, der Planeten I 337, der Satelliten  
I 341, der Phasenwinkel I 333, die Albedo  
I 335; der Phasencoefficient I 340, Hellig-  
keiten der Fixsterne I 343; Veränderliche  
Sterne I 349; Neue Sterne I 355; Lite-  
raturnachweis I 362 ff;

S auch unter den einzelnen Objecten  
und unter Helligkeit

**Astrophysik** s Astrophotographie, Astropho-  
tometrie, Astrospectroskopie

**Astrospectroskopie** I 364, das Objectiv-  
prisma und die spectroscopischen Appa-  
rate I 366 ff, die photographischen Auf-  
nahmen der Spectra I 389, Vortheile und  
Nachtheile I 389 ff, über die Dauer-  
aufnahmen I 390, das Spectrum der Sonne  
I 393, 394; das ultraroth und ultraviolette  
Spectrum I 396; das Spectrum der Flecke I  
401, der Fackeln I 402, der Chromosphäre I  
402, der Protuberanzen I 403, der Corona I  
404; Coincidenz mit Linien irdischer Stoffe I  
398, atmosphärische Linien I 399, das  
Spectrum des Nordlichts I 405, des

Zodiakallichts I 405, des Mondes I 406, der  
Planeten I 406, der Kometen I 408, der  
Sternschnuppen und Meteore I 410, der  
Fixsterne I 410, verschiedene Typen der  
Fixsterspectra nach Secchi I 410, nach  
Pickering I 411, nach Vogel I 414, nach  
Lockyer I 415, Vergleichung der Typen  
I 416, Vertheilung der Sterne am Him-  
mel nach den Spectraltypen I 419 *Un-  
versum* IV 101 ff, *Kornogone* II 237,  
Spectra der neuen Sterne *Astrospectro-  
skopie* I 422, der Nebelflecke I 422, der  
Dopplersche Princip und die Linienver-  
schiebung I 424, Literaturnachweis I 428  
429

S auch unter den einzelnen Objecten  
und unter Spectroskop und Astrophoto-  
graphie

**Atmosphäre**, ihre Höhe aus der Extinction  
des Lichts *Astrophotometrie* I 327, aus  
der Höhe des Aufleuchtens der Stern-  
schnuppen *Kometen und Meteore* II 147

Ueber ihre Constitution s Strahlen-  
brechung

**Aufgang-Untergang** I 430, Berechnung des  
wahren Auf- und Untergangs der Fix-  
sterne I 430, Einfluss der Strahlenbiegung  
I 431, Berücksichtigung der eigenen  
Bewegung des Gestirns I 432, des Durch-  
messers I 433, der Parallaxe I 433, Tage-  
bogen tafel I 434, der heliakische, kos-  
mische, akronychische Auf- und Unter-  
gang *Einleitung* I 3 4, *Chronologie* I 603,  
Ersthauf untergang, Spätauf untergang I 603,  
Sehungsbogen für die Sterne verschiedener  
Helligkeit I 603 604

**Aufsteigung** gerade s Rectascension

**Augendeckel-Augenpunkt** *Feynolds* I 731  
732

**Auge- und Ohrmethode** bei Durchgangsbeob-  
achtungen *Personliche Gleichung* IIIa 371

**Auriga**, der Fuhrmann *Sternbilder* IIIb 154,  
Grenzen und Anzahl der dem blossen  
Auge sichtbaren Sterne IIIb 154; Ver-  
zeichniss der Doppelsterne IIIb 154 450,  
der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 156,  
der veränderlichen Sterne IIIb 157 453,  
der farbigen Sterne IIIb 157, Precessions-  
tabelle IIIb 158

**Azimuth**, Azimuthbestimmung I 435; günstigste  
Bedingungen I 437, Bestimmung am Uni-  
versalinstrument aus Beobachtungen des  
Polarsterns I 437, Berechnung durch  
Reihenentwicklungen I 438, Reihe von  
Astrand, Tafeln von Albrecht, Block,  
Valentin I 439 ff, Anordnung der Beob-  
achtungen I 542, Beispiel I 449 450,  
am Passageninstrument zur Zeit der Cul-  
mination des Polarsternes I 444, Anord-  
nung der Beobachtungen I 446, Beispiel  
I 450 451, in grösseren Stundenwinkeln  
des Polarsterns I 447, Differentialaus-  
drücke für den Polarstern und Tafeln dazu  
I 447 448 am Universaltransit *Unversal-  
transit* IV 56, Bestimmung von Mondazi-  
muthen im Altazimuth und ihre Re-  
duction *Altazimuth* I 208 ff



Aus früherer Zeit am Gnomon aus correspondirenden Sonnenhöhen von Longomontanus, *Einrichtung* I 74, aus einer beobachteten Sonnenhöhe bei bekannter Declination I 74

Tabelle zur genäherten Einstellung des Sterns in der Nähe des Meridians *Polhöhe* III a 447

Bestimmung des Azimuthfehlers am Meridiankreis *Meridiankreis* III a 5, aus Sternen in oberer und unterer Culmination oder der Verbindung von Polsternen und Aequatorsternen III a 13, Berücksichtigung etwaiger Veränderung III a 13, Beispiel III a 14, Benützung von Miren III a 15, beim Passageninstrument im ersten Vertical *Passageninstrument* III a 357 ff, *Polhöhe* III a 460 ff

Bestimmung der Zeit aus beobachtetem Azimuth *Zeitbestimmung* IV 174.

Einfluss der Parallaxe bei Azimuthbeobachtungen *Parallaxe* III a 317

Azimuthalinstrument *Universalinstrument* IV 41, Beschreibung IV 41, Horizontalstellung durch das Niveau IV 41, Messung von Horizontalwinkeln IV 42 43, wenn das Object in der Nähe des ersten Verticals liegt *Azimuthbestimmung* I 447

## B

Bahn absolute, intermediäre *Mechanik des Himmels* II 493, osculirende *Einrichtung* I 133

Bahnbestimmung der Planeten und Kometen I 452, Differentialgleichungen der Bewegung I 454, die Kepler'schen Gesetze I 455 456, die Constante der Theoria motus I 457, die numerische und optische Excentricität, die Anomalien, Mittelpunktsgleichung, mittlere tägliche Bewegung, das Kepler'sche Problem I 457 458, Lösung des Kepler'schen Problems durch Construction und Reihenentwicklungen I 458 ff, Geschwindigkeit des Himmelskörpers in den verschiedenen Kegelschnitten I 462 463, Wahrscheinlichkeit der verschiedenen Bahnformen I 463, Bewegungsrichtung I 464

Bahnbestimmung ohne Voraussetzung über die Excentricität I 464 ff, Vorbereitungsrechnungen, Berücksichtigung der Aberrationszeit I 465 469 489 497, *Aberration* I 178, die Berechnung der Parallaxe für Refractor- und Meridianbeobachtungen, Hilfstafeln von v. Scheur Paschwitz *Bahnbestimmung* I 465 ff, *Parallaxe* III a 318, *Anhang* IV 243 ff, durch Berechnung des locus fictus *Bahnbestimmung* I 467, Reduction auf das mittlere Aequinoctium I 469, *Ort* III a 313, Verwindung der aquatoralen Coordinaten in die ekliptikalen und umgekehrt I 469, *Coordinaten* I 663

Bestimmung der rechtwinkligen Coordinaten des Himmelskörpers aus den Bahnelementen, Neigung, Länge des Knoten und der des Perihel I 471, Bestimmung der drei Elemente Parameter, Excentricität,

Länge des Perihels aus drei der Grösse und Lage nach gegebenen Radienvectoren I 472, Entwicklung der Coordinaten und Distanzflächen in Reihen nach der Zeit I 474, Bestimmung der mittleren eulititen Distanz I 476, Fall der doppelten Lösung mit Hilfstafel I 481, Lambert's Satz von der Krümmung der scheinbaren Bahn I 486, Berechnung der russischen eulititen Distanzen und der heliocentrischen Orte I 488, Bestimmung des Verhältnisses des Sectors zum Dreieck I 490, Hinsen'scher Kettenbruch I 492, Ermittlung der Elemente I 493, Prüfung der Rechnung I 494, Berechnung der Ephemeride I 195, Aufsuchungs - Oppositions - Vergleichs ephemeriden, Reduction auf den scheinbaren Ort, Aberrationsrat I 496

Fall einer hyperbolischen Bahn I 497, Beispiel dazu I 499

Bahnbestimmung in einer Parabel I 501, vorbereitende Rechnungen, mittlere und scheinbare Schiefe der ekliptik I 501, Aufstellung der Grundgleichungen, mittlere tägliche parabolische Bewegung I 502, die Barker'sche Tafel I 502, (*Anhang* Tafel I, IV 190 ff), die Barker'sche Tafel, wenn sich die wahre Anomalie  $180^\circ$  nähert I 566 (*Anhang* Tafel I, IV 238), die Lambert'sche Gleichung I 504, Hilfstafel zur Auflösung *Anhang* Tafel II, IV 239 ff, die Ollers'sche Methode I 505, über die Lösung der Lambert'schen Gleichung I 507, Ermittlung der Elemente I 507, Berechnung des mittleren Orts, Culmischer Kunstgriff I 509, Einführung der Rechnungsmodifikation nach Gauss I 509, der Annahmefall I 512, Oppolzer's Methode I 513, Beispiel I 517, Genauigkeit der parabolischen Bahnbestimmungsmethode I 519

Bestimmung einer Kreisbahn I 520, Tisserand's Untersuchung über die Unmöglichkeit einer Kreisbahn I 523

Erste Verbesserung einer elliptischen Bahn I 525; Normalorte I 526, Verbesserung einer parabolischen Bahn, verschiedene Methoden I 528, Ueberrung von der Parabel auf stark excentrische Ellipsen oder Hyperbeln I 531, die Lambert-Lambert'sche Gleichung für die Ellipse I 532, Berechnung der wahren Anomalie und entsprechende Umformung zur Benützung der Barker'schen Tafel I 535

Ausgleichung der Beobachtungen durch Differentialquotienten I 540, Differentiation der rechtwinkligen Coordinaten nach Argument der Breite, Radiusector, Länge des Knotens und Neigung I 540; Ueberrung auf Rectascension und Declination I 541, Formeln für Planetenbahnen I 542; für Kometenbahnen von kurzer Umlaufzeit I 543, für nahe parabolische Bahnen I 544, für parabolische Bahnen I 546, Ueberrung der ekliptikalen Elemente auf aequatorale I 545, der Aenderungen der aequatoralen Elemente auf solche ekliptikale I 545

- Formelzusammenstellung und Beispiele I 546, Elliptische Bahn I 546, parabolische Bahnen, Olbeis' Methode I 555, Oppolzer's Methode I 561, Kreisbahn I 564, Verbesserung einer parabolischen Bahn I 565, Literatur I 568 ff
- Issacand's Kriterium für die Identität zweier Kometen *Kometen und Meteor.* II 93
- Bahnbestimmung der Meteor. *Kometen und Meteor.* II 190, Beispiel II 194; Umformung der vorherigen Ausdruck II 195, Beispiel II 197, Bahnbestimmung der stellierten Schwärme II 202
- Bahnbestimmung der Doppelsterne *Doppelsterne* I 678, die Elemente I 678, Bestimmung von Positionswinkel und Distanz aus den Elementen I 679, Bestimmung der Bahn aus Positionswinkeln und Distanzen I 680, Einführung von Hilfsgrößen I 682, Zusammenstellung der Formeln I 683, Differentialformeln I 684, Ausnahmefälle I 685, Bahnbestimmung aus veränderlicher Eigenbewegung I 689, aus spectrokopischen Messungen I 691
- S auch zur Entwicklung der Bahnbestimmung die *Leitfaden* und ferner *Mechanik des Himmels* II 299–317, so wie für die Berechnung der Störungen *Mechanik des Himmels*
- Bahnelemente *Bahnbestimmung* I 463, s auch Elemente
- Verzeichnis, der Elemente der Kometen, *Anhang* Tafel VI IV 296, der der grossen Planeten *Anhang* Tafel VII IV 346, der der kleinen Planeten *Anhang* Tafel VII IV 324
- Bahnnahen *Kometen und Meteor.* II 93
- Bahnrechner I 574, Beschreibung des Instruments I 574
- Balkenmikrometer *Mikrometer* IIIa 132, s auch Differenzmikrometer
- Balken'sche Tafel *Bahnbestimmung* I 502 535 566 ff, *Mechanik des Himmels* II 304 312 314, *Anhang* Tafel I, IV 190 ff IV 238
- Bedeckungen s Sternbedeckungen
- Beleuchtung des Gesichtsfeldes, der Faden, des Kreises und ihre Modernierung *Mikroskop* IIIa 2 3, *Universalinstrument* IV 44, Vorzüge der Einschaltung farbigen Glases zur Beobachtung schwacher Objekte *Mikrometer* IIIa 141, verschiedene Einrichtungen beider Mikrometer IIIa 128 ff, Beschreibung derselben am Straßburger Refractor IIIa 130 ff,
- Beschleunigung *Leitfaden* I 131, *Mechanik des Himmels* II 279 303, die acculare des Mondes *Leitfaden* I 118 f 138 ff, *Mechanik des Himmels* II 449 454, die historischen Finsternisse II 455; Ursachen für dieselben II 456, des Saturn *Leitfaden* I 119 138, *Mechanik des Himmels* II 403, beim Encke'schen Kometen *Kometen und Meteor.* II 74 86, *Mechanik des Himmels* II 484, beim Merkur II 396
- Bewegung, Erscheinungen und Ursachen *Leitfaden* I 77, *Mechanik des Himmels* II 278, Zusammensetzung II 279, Translationsbewegungen II 284, Rotationsbewegungen II 523, epicyklische *Leitfaden* I 19, geocentrische, heliocentrische I 22, rechtlaufige, rücklaufige, dichte, retrograde I 9, mittlere tägliche I 14, *Bahnbestimmung* I 457, *Mechanik des Himmels* II 303, des Mondes *Leitfaden* I 118, des Mondopograms I 121 ff, der Mondknoten I 144 ff, des Jupiter und Saturn I 130, Seculäränderung I 138 ff, anomale der Kometen im widerstehenden Mittel I 159 ff, Bewegung im Visionsradius I 163, *Astrophysikalische* I 424 ff
- S ausführlicher unter Mechanik des Himmels sowie auch unter Eigenbewegung
- Biegung des Kreises, des Fernrohrs, der Axe I 575, ihre Bestimmung bzw. Elimination I 576, Hansen'sche Methode, Umwechslung von Objectiv und Ocular I 580, Bessel'sche Methode, directe und reflectirte Beobachtungen I 581, mit Hilfe von Collimatoren I 582, durch besondere Hilfsapparate, von Marth I 587, Lowy I 588, Bruchinger I 589, Schaeberle I 590, Bestimmung der Biegung des Kreises allein I 591, Unterschiede der Bestimmung nach verschiedenen Methoden I 592, Einflüsse auf die Biegung I 592 S auch Meridienkreis IIIa 1 14 18 19
- Ihr Einfluss und ihre Bestimmung am Universalinstrument *Polhöhe* IIIa 455, *Zeitbestimmung* IV 143, am Refractor *Aequatorial* I 181 ff, *Mikrometer* IIIa 141 ff, die Wirkung auf die Centrirung des Objectivs in den verschiedenen Lagen des Fernrohrs bei grossen Instrumenten IIIa 144
- Bielscher Komet *Kometen und Meteor.* II 60 73 224 ff
- Bilden *Kometen und Meteor.* II 185
- Bildpunkt *Fernrohr* I 708
- Blindgitter *Prismenkreuz* IIIb 23, Ermittlung der Fehler IIIb 23
- Blutregen *Kometen und Meteor.* II 106,
- Bolide *Kometen und Meteor.* II 103
- Bootes Sternbilder IIIb 158, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 158, Verzeichnis der Doppelsterne IIIb 159 450, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 161, der veränderlichen Sterne IIIb 166 453 der farbigen Sterne IIIb 166, Präcessionstabellen IIIb 167
- Brachytelskop *Fernrohr* I 746
- Breguet'sche *Chronometer* I 630
- Breite *Coördinaten* I 658, geocentrische *Finsternisse* I 766, *Parallaxe* IIIa 315, *Polhöhe* IIIa 441, geographische *Finsternisse* I 73 72 73, *Finsternisse* I 766, *Polhöhe* IIIa 441, Einfluss der Aberration *Aberration* I 172, *Bahnbestimmung* I 547, der Parallaxe IIIa 318
- S auch Polhöhe
- Brennebene *Fernrohr* I 709 711
- Brennpunkt, Hauptbrennpunkt *Fernrohr* I 709, Unterschied des chemischen vom optischen *Astrophysikalische* I 113

Brennweite, Verhältniss zur Objectivöffnung bei photographischen Fernrohren *Astrophotographie* I 215 223, Bestimmung desselben *Fernrohre* I 729  
 Brorsen'scher Komet *Kometen und Meteor.* II 75 76

## C

Caelum, der Grabstichel *Steinbilder* IIIb 167, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 167, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 167 450, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 168, der veränderlichen Sterne IIIb 168, der farbigen Sterne IIIb 168, Präcessionstabelle IIIb 168  
 Camelopardalus, die Giraffe *Steinbilder* IIIb 168, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 168, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 169 450, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 172, der veränderlichen Sterne IIIb 173, der farbigen Sterne IIIb 173, Präcessionstabelle 174  
 Camera, astronomische *Astrophotographie* I 235  
 Cancer, der Krebs *Steinbilder* IIIb 174, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 174, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 175 450, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 177 452, der veränderlichen Sterne IIIb 178, der farbigen Sterne IIIb 179, Präcessionstabelle IIIb 179  
 Canes venatici, die Jagdhunde *Steinbilder* IIIb 179, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 179, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 180 450, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 181, der veränderlichen Sterne IIIb 183 453, der farbigen Sterne IIIb 183, Präcessionstabelle IIIb 184  
 Canis major, der grosse Hund *Steinbilder* IIIb 184, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 184, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 184 451, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 185, der veränderlichen Sterne IIIb 186 453, der farbigen Sterne IIIb 186, Präcessionstabelle IIIb 187  
 Canis minor, der kleine Hund *Steinbilder* IIIb 187, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 187, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 187, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 188, der veränderlichen Sterne IIIb 188 453, der farbigen Sterne IIIb 188, Präcessionstabelle IIIb 189  
 Canon der Finsternisse *Chronologie* I 600, *Finsternisse* I 771  
 — des Ptolemäus *Chronologie* I 609.  
 Capricornus, der Steinbock *Steinbilder* IIIb 189, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 189, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 189 451, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 190,

der veränderlichen Sterne IIIb 191 454 455, der farbigen Sterne IIIb 191, Präcessionstabelle IIIb 192  
 Capwolkon *Unwetter* IV 112 f, Zusammenhang zwischen Nebel- und Sternhaufen IV 116  
 Cardanische Aufhängung *Chronometrie* I 634  
 Carina s Argo  
 Cartesi'sche Wirbeltheorie *Entstehung* I 116 *Kosmogonie* II 228  
 Cassini'sches Netz *Mikrometer* IIIa 65; Einfluss des Fehlers in der Einstellung auf den Parallel IIIa 66, Correction für Krümmung des Parallels IIIa 67, Einfluss der Refraction und eigenen Bewegung IIIa 67  
 Cassiopea *Steinbilder* IIIb 192, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 192, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 192, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 196, der veränderlichen Sterne IIIb 196 455, der farbigen Sterne IIIb 197, Präcessionstabelle IIIb 198.  
 Catalogposition, s. Steincataloge  
 Centaurus, der Centaur *Steinbilder* IIIb 198, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 198; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 198 451, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 200, der veränderlichen Sterne IIIb 202 453, der farbigen Sterne IIIb 202, Präcessionstabelle IIIb 203  
 Centralsonne *Kosmogonie* II 232, *Unwetter* IV 59 (Sonne) IV 59 (Orionnebel)  
 Centriung *Fernrohre* I 710 734; Untersuchung desselben I 737  
 Cepheus *Steinbilder* IIIb 203; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 203, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 203 451, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 207, der veränderlichen Sterne IIIb 207 455, der farbigen Sterne IIIb 207, Präcessionstabelle IIIb 208  
 Cetus, der Walfisch *Steinbilder* IIIb 208; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 208, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 209 451, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 211, der veränderlichen Sterne IIIb 217 452, der farbigen Sterne IIIb 218, Präcessionstabelle IIIb 218  
 Chaldäische Periode *Chronologie* I 600, s. auch Saros  
 Chameleon, das Chamäleon *Steinbilder* IIIb 218, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 219, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 219, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 219, der farbigen Sterne IIIb 219, Präcessionstabelle IIIb 220  
 Chromosphäre der Sonne *Astrophotographie* I 222, *Astrospectroskopie* I 400, *Sonne* IIIb 75 79; Spectrum desselben *Astrospectroskopie* I 402.  
 Chronometrik *Zeitbestimmung* IV 177  
 Chronograph s. Registrirapparate

Chronologie *Einleitung* I 7 31 94, *Chronologia* I 593, mathematische und astronomische I 593, mittlerer Sonnenzeit und astronomischer Tag I 594, Ortszeit, Weltzeit, Zonenzeit I 594, das tropische Jahr I 594, himmlische Zeichen I 595, Zodiacal- und Hülfsstafeln I 596 598, verschiedene Monate, Syrygien I 597, Meton'scher Mondcyklus, goldene Zahl I 598 618; Finsternisse I 599, die chaldäische Periode I 600, die Berechnung der Finsternisse und die Hülfsstafeln von Oppolzer's und Ginzl's Canon I 601, die verschiedenen Auf und Untergänge, kosmisch, akronychisch, heliakisch I 603, Hülfsstafeln zur Berechnung derselben von Wislicenus I 604, der Sehungsbogen I 603, technische oder historische Chronologie I 604, Mondjahr, Lunisolarjahr, Sonnenjahr I 605, Kalender der Chinesen und Japaner I 605, der Inder I 606, der Aegypter I 608, in Vorderasien I 610, der Griechen I 612, der römische und christliche I 613, die gregorianische Kalenderreform I 615, der Sonnenzirkel und Sonntagsbuchstabe I 617, die Osterrechnung, Epochen, Sonnen- und Mondgleichung, Indictionen, Römischer Zahl I 618, die Gauss'sche Osterformel I 619, der russische Kalender I 619, der jüdische Kalender I 620, der Kalender der Türken I 622, der französischen Republik I 623

Kalendariographische Tafeln von Schram I 623; Literaturnachweis I 624

Chronometer I 625, *Uhr* IV 1; der Mechanismus *Chronometer* I 626, der Regulator, die Uhrke I 626, die Hemmung I 628, die Duplexhemmung I 629, die Breguet-spirale I 630, das Räderwerk I 630, der Motor I 631, die freie Hemmung I 632, die Aufziehvorrichtung I 632, die Cardanische Aufhängung I 634; Ursachen für die Veränderungen im Gang des Chronometers I 634; Stand und Gang einer Uhr I 635, Isochronismus des Regulators I 635, Formel für die Dauer der Regulator-schwingung I 637, Einfluss der Temperatur auf den Regulator I 638, die Compensation I 639, die Ueber- oder Untercompensation I 641; die Hülfscompensationen von Poole, Raffe, Molinoux, Loseby, Kullberg I 642 ff., Untersuchung des Chronometers und Gangformeln I 644, Einfluss der Veränderung der Luftfeuchtigkeit, des Luftdrucks I 646, der Schwingungsbewegung I 649, des permanenten Magnetismus, der atmosphärischen Elektricität I 649, der Veränderung in der Molecular-structur der Metalle I 650, der Beschaffenheit des Oeles I 651.

Ueber die Behandlung des Chronometers auf Reisen und beim Transport überhaupt I 652

— Uebertragung zur Bestimmung der Länge *Längenbestimmung* II 248 259, Unsicherheit des Ganges während der Reise II 262;

verschiedene Methoden zur Berücksichtigung der Gangänderung II 262, über die Genauigkeit der durch Chronometerexpeditionen bestimmten Längendifferenz II 268

Circulus, der Zirkel *Steinbilder* IIIb 220, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 220; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 220, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 221, der veränderlichen Sterne IIIb 453, der farbigen Sterne IIIb 221, Präcessionstabelle IIIb 221

Circummeridianhöhen s Circummeridianzenithdistanzen

Circummeridianzenithdistanzen zur Bestimmung der Polhöhe *Polhöhe* IIIa 443 445, Abnahme der Genauigkeit mit Zunahme des Stundenwinkels IIIa 448f, Berücksichtigung der veränderlichen Declination bei Beobachtungen der Sonne IIIa 455

Circumpolarsterne *Einleitung* I 2, *Aufgang* I 431, *Coordinationen* I 661

Coefficienten einer Reihe, ihre Bestimmung aus Beobachtungen *Mechanik des Himmels* II 458

Coincidenzen zwischen festem und beweglichem Faden *Asimuthbestimmung* I 445, *Altimeter* IIIa 148

— bei der Uhrvergleichung *Längenbestimmung* II 252

Collectivsystem *Fernrohr* I 711

Collimationsfehler und seine Bestimmung *Aequatorial* I 182f 186, *Almicutanten* I 203, *Meridiankreis* IIIa 5, Bestimmung durch termostische Objecte IIIa 12 15 16, durch Sternbeobachtungen IIIa 12, durch Nadirbeobachtung IIIa 24, am Sextant *Prismenkreis* IIIb 19 (s. Indexfehler), am Universalinstrument *Universalinstrument* IV 46 47

Collimator *Bugung* I 582, *Meridiankreis* IIIa 12 16

— bei Spectralapparaten *Astrophysikalische Optik* I 364

Colorimeter *Astrophotometrie* I 315.

Columba, die Taube *Steinbilder* IIIb 221; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 221, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 221, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 222, der veränderlichen Sterne IIIb 222 453, der farbigen Sterne IIIb 222, Präcessionstabelle IIIb 223

Color *Coordinationen* I 657

Coma Berinices, das Haar der Berenice *Steinbilder* IIIb 223, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 223, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 223, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 224, der veränderlichen Sterne IIIb 227, der farbigen Sterne IIIb 227, Präcessionstabelle IIIb 227

Comutation in der Copernicanischen Planetentheorie *Einleitung* I 64

- Comparator zum Ausmessen der Photographie, verschiedene Constructionen *Astrophotographus* I 264
- Compensation, der Chronometer *Chronometer* I 639, der Pendeluhrn *Uhr* IV 11, der Fehler der Objective *Leinwand* I 727
- Conjugierte Punkte, Ebene, Brennpunkte *Fernrohr* I 709
- Conjunction *Einleitung* I 4, in Rectascension und Länge I 6
- Constante der Aberration *Aberration* I 170, verschiedene Weithe aus Beobachtungen im Meridankreis, im ersten Viertel, durch die Jupiterstrahlen und Lichtgeschwindigkeit I 170 171, Bestimmung der Constanten aus Rectascension und Declination des Polarsterns I 175, aus Deklinationen von Zenithsternen I 175, aus Unterschieden der Meridianzenithdistanzen zweier Sterne I 176, *Nutation* IIIa 305 307, *Pollux* IIIa 468 471, günstigste Bedingungen *Aberration* I 177
- der Extinction des Lichts, photometrische Constante *Astrophotometrie* I 329, *Universum* IV 94, ihre Bestimmung, *Astrophotometrie* I 325 ff, *Universum* IV 96 ff
- der Nutation *Mechanik des Himmels* II 592, *Nutation* IIIa 304, Bestimmung derselben durch Rectascension von Polsternen, durch Beobachtungen im ersten Viertel IIIa 305, durch Unterschiede der Meridianzenithdistanzen zweier Sterne IIIa 306 ff
- der Precession *Mechanik des Himmels* II 592, *Precession* IIIb 1, Bestimmung derselben IIIb 15 ff, *Eigenbewegung des Sonnensystems* IIIb 108
- der Refraction oder Strahlenbrehung, *Strahlenbrechung* IIIb 566, ihre Bestimmung IIIb 592
- des Sonnensystems, (der Theoria motus, der Gravitation), *Bahnbestimmung* I 457, *Kometen und Meteor* II 148, *Mechanik des Himmels* II 302 397 576, für die Satelliten II 302, für die Körper des Sonnensystems II 303, bei Doppelsternen, *Doppelsterne* I 679
- die sogenannten Gauss'schen Constanten zum Berechnung der Coordinaten aus den Elementen, Neigung, Länge des Knotens und des Perihels, für den Aequator *Bahnbestimmung* I 471 495, für die Ekliptik *Mechanik des Himmels* II 314
- Variation der Constanten *Einleitung* I 132, *Mechanik des Himmels* II 298
- Coordinaten I 655, sphaerische Coordinaten, Definitionen, der Horizont, Zenith, Nodus, Meridian, Höhe, Azimuth I 655, Acquiritor, Deklination, Stundenwinkel I 655; Verwandlung von Bogenmassen in Zeitmassen und umgekehrt I 656, Ekliptik, Aequinoctien, Solstitien, Rectascension I 657, Länge, Breite I 658, Verwandlung von Azimuth und Höhe in Stundenwinkel und Deklination und umgekehrt I 658, Beziehung zwischen Zenithdistanz und Deklination und Stundenwinkel I 660, obere und untere Culmination I 661; Einfluss der Eigenbewegung des Gestirns auf die Zeit der grössten oder kleinsten Höhe I 661, Ermittlung von Azimuth, Zenithdistanz, parallactischem Winkel und Stundenwinkel, Deklination und Polhöhe I 662, Sternzeit I 663, Verwandlung der Rectascension und Deklination in Länge und Breite und umgekehrt I 663, *Bahnbestimmung* I 469, die betreffenden Formeln für die Sonne *Coordinaten* I 664, Hülfsformeln I 665, Differentialformeln I 667, die Digression eines Sterns I 668
- Sphaerische Polcoordinaten, Positionswinkel und Distanz *Mikrometer* IIIa 153; Beziehungen zum Unterschied in Rectascension und Deklination, seltene Ausdrücke IIIa 153, Vereinfachungen IIIa 154
- Rechtwinklige Coordinaten, Verwandlung I 664, *Mechanik des Himmels* II 280, wenn ein Axiensystem beweglich ist II 281, Bestimmung der Lage eines Systems gegen ein anderes II 282, die Function der Bohnlemente *Bahnbestimmung* I 470, *Mechanik des Himmels* II 299 314; Differenzquotienten der rechtwinkligen Coordinaten nach den Elementen *Bahnbestimmung* I 541, *Mechanik des Himmels* II 320, heliocentrische und geocentrische rechtwinklige Coordinaten *Bahnbestimmung* I 453 494 ff 541
- der Satelliten in Bezug auf die Hauptplaneten *Mechanik des Himmels* II 460, geocentrische Coordinaten eines Mondkurses II 615, galactocentrische Coordinaten *Eigenbewegung des Sonnensystems* IIIb 104
- Hensen's ideale Coordinaten *Mechanik des Himmels* II 415, Proportionalcoordinaten II 431
- Störungen in rechtwinkligen Coordinaten II 330 ff, in polaren Coordinaten II 343 ff II 405 ff, s. *Mechanik des Himmels*
- Corona australis, die südliche Krone *Sternbilder* IIIb 228, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 228, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 228, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 228, der veränderlichen Sterne IIIb 228 454, der farbigen Sterne IIIb 228, Precessionstabelle IIIb 229.
- Corona borealis, die nördliche Krone *Sternbilder* IIIb 229, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 229, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 229 451, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 230, der veränderlichen Sterne IIIb 230, der farbigen Sterne IIIb 230, Precessionstabelle IIIb 231
- Corona der Sonne *Astrophotographie* I 213 220 221, *Astrophotographie* I 400, *Sonne* IIIb 61 75 ff, ihr Spectrum *Astrophotographie* I 404, *Sonne* IIIb 79 80, Erklärung für die Bewegung des Mikropertihels *Mechanik des Himmels* II 396, *Sonne* IIIb 81.

Coronium *Astrophotographie* I 404, *Sonne* IIIb 79

Coronograph *Astrophotographie* I 220 247

Correspondierende Hohen *Asimuthbestimmung* I 436, Zeitbestimmung aus den selben *Zeitbestimmung* IV 155, Beobachtung der Sonne IV 155, Berücksichtigung der Aenderung der Deklination IV 155, Mittagsverbesserung IV 156, Mitternachtsverbesserung IV 157, Beispiel IV 157

Coryus, der Rabe *Stärnbilder* IIIb 231, Grenzen und Anzahl der dem bloßen Auge sichtbaren Sterne IIIb 231, Verzeichniß der Doppelsterne IIIb 231, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 231, der veränderlichen Sterne IIIb 232, der farbigen Sterne IIIb 232, Precessions-tabelle IIIb 232

Coudé, Equatorial *Aequatorial* I 192

Criter, der Becher *Stärnbilder* IIIb 233, Grenzen und Anzahl der dem bloßen Auge sichtbaren Sterne IIIb 233, Verzeichniß der Doppelsterne IIIb 233, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 233, der veränderlichen Sterne IIIb 234, der farbigen Sterne IIIb 235, Precessions-tabelle IIIb 235

Cruz, das Kreuz *Stärnbilder* IIIb 235, Grenzen und Anzahl der dem bloßen Auge sichtbaren Sterne IIIb 235, Verzeichniß der Doppelsterne IIIb 235, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 236, der veränderlichen Sterne IIIb 236 454, der farbigen Sterne IIIb 236, Precessions-tabelle IIIb 236

Culmination, obere und untere *Einleitung* I 2, *Asimuthbestimmung* I 435, *Coordinaten* I 661

Cygnus, der Schwanz *Stärnbilder* IIIb 236, Grenzen und Anzahl der dem bloßen Auge sichtbaren Sterne IIIb 236, Verzeichniß der Doppelsterne IIIb 237, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 242, der veränderlichen Sterne IIIb 243 454, der farbigen Sterne IIIb 243, Precessions-tabelle IIIb 245

## D

Datumgrenze *Zeitbestimmung* IV 134

Diagonalquadrant *Fachstab* II 48

Different *Einleitung* I 21

Dimon, 2 Planeten, Mars IIIa 413

Deklination *Einleitung* I 2 6, *Coordinaten* I 655

Ihre Bestimmung, absolute und relative *Deklinationsbestimmung* I 669, *Aberration* I 176, *Almucantil* I 199, im Meridian *Meridiankreis* IIIa 17, Berücksichtigung der Instrumentalfehler, Run, Excentricität, Theilsscheit, Biegung IIIa 18, der Refraction IIIa 18, reflectirte Beobachtungen IIIa 18, Elimination der Polhöhe IIIa 19, Beobachtungen der Sonne zur Bestimmung der Schiefe der Ekliptik und des Frühlingspunkts IIIa 20, *Stärnataloge* IIIb 456, Einfluss der Krümmung des

Parallels und der Fadenneigung *Meridian* I 176 IIIa 21, Bestimmung des Aequinotipunkts am Kiese durch Collimatoren und Nadir IIIa 24, Beobachtung eines Gestirns mit messbarem Durchmesser IIIa 25, Berücksichtigung der Parallaxe IIIa 25, für Beobachtungen außerhalb des Meridians *Rektbestimmung* I 466, *Parallaxe* IIIa 318, Bestimmung der Deklination durch Beobachtungen im ersten Vertical, *Passageninstrument* IIIa 361 ff

Systematische Fehler der Deklinationen, *Einleitung* des *Sonnensystems* IIIb 96, *Sternataloge* IIIb 457 471, System Auwers und Boss IIIb 472 473

Bestimmung von Deklinationsdifferenzen, am Helometer *Helometer* II 4, im Mikrometer Cassinis Netz *Mikrometer* IIIa 66, im Zetrinetz IIIa 68, am Ringmikrometer IIIa 72 78 ff, Einfluss der Eigenbewegung und Refraction IIIa 81, am Positionsmikrometer IIIa 91, am Differenzmikrometer IIIa 93, unter 45° IIIa 93, Zusatzglied für große Deklinationsdifferenzen und hohe Deklination IIIa 94, Einfluss der Eigenbewegung und Refraction IIIa 95, im Kreuzstahnmikrometer IIIa 100, Einfluss von Orientierungsfehler, Eigenbewegung und Refraction IIIa 101, im quadratischen Mikrometer IIIa 104, Einfluss der Eigenbewegung und Refraction IIIa 105, mit dem Fadenmikrometer bei ruhendem Fernrohr IIIa 148, bei gehendem Uhrwerk IIIa 152, Einfluss der Strahlenbrechung IIIa 149 153, Verbesserung für Precession, Nutation und Aberration IIIa 239

— bei der wechselnden Neigung der Planetenbahnen nach Copernicus *Einleitung* I 66

Deklinograph *Mikrometer* IIIa 134

Delphinus, der Delphin *Stärnbilder* IIIb 245, Grenzen und Anzahl der dem bloßen Auge sichtbaren Sterne IIIb 245, Verzeichniß der Doppelsterne IIIb 246 451, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 246, der veränderlichen Sterne IIIb 247 454 455, der farbigen Sterne IIIb 247, Precessions-tabelle IIIb 247

Deviation *Einleitung* I 66

Dikraustik *Fachstab* I 721

Distanz *Mechanik des Himmels* II 494;

Systematisches Argument II 495

Dichotomie *Chronologie* I 597

Dichte *Mechanik des Himmels* II 279 524

551, *Planetar* IIIa 382 386 387

Differentialquotient, numerische Berechnung *Interpolation* II 45

Differenzmikrometer *Mikrometer* IIIa 92, ohne Positionskreis, Anschluss an zwei bekannte Sterne, günstigste Bedingungen IIIa 93, Einfluss der Eigenbewegung IIIa 93, in Verbindung mit dem Fernrohr von verticaler oder aquatorealer Aufstellung IIIa 93, am parallactischen Fernrohr mit Positionskreis, wenn der Faden oder die Lamelle unter 45° steht IIIa 93, Zusatzglied für hohe Deklination



- und grosse Deklinationsunterschiede IIIa 94, Berücksichtigung der Eigenbewegung IIIa 95, der Refraction IIIa 95, wenn die Lamelle nach wahren Parallel eingestellt ist, strenge Formeln IIIa 96, wenn sichte IIIa 97, wenn die Lamelle nach scheinbarem Parallel eingestellt ist IIIa 97, Anwendbarkeit des Mikrometers IIIa 97, Doppelbündle IIIa 98, Orientierung des Mikrometers IIIa 98, Beispiel IIIa 98, zwei senkrechte Lamellen unter  $45^\circ$  gegen die Richtung der täglichen Bewegung (Kreuzstab) IIIa 100, Reductionsformeln IIIa 100, Einfluss eines Fehlers im Winkel der Lamellen IIIa 100, des Orientierungsfehlers IIIa 101, der Eigenbewegung IIIa 101, der Refraction für wahren und scheinbaren Parallel IIIa 101, Doppelkreuzstab IIIa 101, Beispiel IIIa 102, quadratisches (square bar) Mikrometer IIIa 104, Einfluss der Eigenbewegung IIIa 105, der Refraction für wahre und scheinbare Deklinationen und Parallel IIIa 105, Orientierung des Mikrometers IIIa 107, die Länge der Diagonale IIIa 107
- Digression, der Planeten *Einleitung* I 47, der Circumpolarsterne *Circumpolares* I 668
- Dione s. Planeten, Saturn IIIa 428
- Diopter I 670
- Diploskop *Zeitbestimmung* IV 177
- Direkte Bewegung *Einleitung* I 9, *Bahnbestimmung* I 464
- Distanz *Mikrometer* IIIa 153; Messung s. unter Doppelbildmikrometer, Heliometer, Mikrometer, Positionswinkel, Verbesserung für Precession, Nutation, Aberration *Mikrometer* IIIa 241 242
- curtirte *Bahnbestimmung* I 453
- Doppelbildmikrometer *Mikrometer* IIIa 197, Vortheile gegenüber den Faden und Lamellenmikrometern, allgemeine Principien nach Savery und Bouguer IIIa 197, verschiedene Constructionen von Amici, Bemerkungen darüber IIIa 200, Messungen mit demselben IIIa 201, Doppelbildmikrometer mit getheilter Ocularlinse nach Ramsden, Jones, G. Dollond IIIa 202, Airy'sches Mikrometer, erste Construction IIIa 203, Vorschlag von Vals IIIa 205, Lichtverlust IIIa 206, Beschränkung der Bilder IIIa 206, Beschreibung des mechanischen Theils nach Krüser IIIa 207, Herstellung der Deckung der Bilder IIIa 209, Beobachtungsmethoden IIIa 209, vierfache Distanz IIIa 209, doppelte Distanz IIIa 210, verschiedene Einstellung für Positionswinkel und Distanz IIIa 210, direkte Deckung der ungleichartigen Bilder IIIa 210, einfache Distanzen IIIa 210, Durchmesserbestimmungen IIIa 211, Elimination der Schraubenfehler IIIa 211, Berücksichtigung unvollständiger Deckung IIIa 211, Nothwendigkeit der Einstellung bei allen zusammengehörigen Beobachtungen in derselben Stelle des Gesichtsfeldes IIIa 212, Bestimmung des Winkelwerthes der Schraube IIIa 212, Bestimmung des Nullpunktes des Kreises IIIa 214, Berücksichtigung Phase bei Durchmesserbestimmung IIIa 215, Construction mit einem n Prismen IIIa 216, Bestimmung der Masse von Sonne, Mond und IIIa 216, Steinheil's Ocular-Mikrometer, Beschreibung IIIa 2 für helle Objecte verwendbar III Mikrometer von Clausen IIIa 218, Baden-Powell und Secchi IIIa 219, meter mit doppelt brechenden Kr von Rochon IIIa 219, Anwendung Arago zur Messung von Planeten IIIa 220, die Mängel desselben II Mikrometer mit veränderlicher V rung von Arago IIIa 221, sein mikrometer mit constanter V rung IIIa 222; Dollond's Doppel mikrometer IIIa 223, das Wellen Mikrometer IIIa 224, Benutzung Kalkspathprismas bei Malgobach durch Lohse IIIa 224, Wel Apparat für Messung von Position und Distanz IIIa 224, Vervollkommen des Apparates IIIa 224, Beobachtungsfahren IIIa 225, Elimination der IIIa 227, Vorzüge des Mikrometers 228; Neigung der Fäden bei den I von Rochon und Wollaston III Prisma von Beudot IIIa 230, richtung und Elimination der IIIa 231, Beispiele IIIa 233, Ab keit der Maximal elongation von I tu und Ocularstellung IIIa 234, mung der Maximal elongation III Mikrometer von Bigourdan IIIa 2'
- Doppelsterne I 671; optische und pl I 671, *Unveränderliche* IV 60, Entdeckung Chr. Mayer, *Doppelsterne* I 671, schell's und W. Struve's Arbeiten die Fäden der Doppelsterne I 67 Doppel'sche Princip I 675
- Über die Bestimmung der Bahn *Einleitung* I 162, Allgemeingültigkeit Newton'schen Attractionsgesetzes *sterne* I 676 678, über den Wer Anziehungsconstanten im Sonnensystem Doppelsternsystemen I 679; d sungen, Einfluss der Refraction, Aberration und Precession I 677; liche Fehler bei den Beobachtungen *Mikrometer* IIIa 163; Bahnbestimmung scheinbare und wahre Bahn *Doppel* I 678, die sieben Elemente I 671 Periastron I 678; Bestimmung von tionswinkel und Distanz aus den Elementen I 679, der Bahn aus Positionswinkel Distanzen I 680, Genauigkeit der bestimmung I 680; Einführung von güssen I 682, Zusammenstellung d meln I 683, Differentialformeln Ausnahmefälle I 685; Uebersicht 1 neter Doppelsternbahnen mit Umlauf unter 100 Jahren I 686; mehrfache S I 687, Sterne mit veränderlicher E

wegung I 688; das Sirius und Procyon system I 688, Anwendung spectranalytischer Messungen auf die Erkennung enger Doppelsterne I 690, Bestimmung von fünf Bahnelementen aus spectroskopischen Beobachtungen I 694, Hinzunahme photometrischer Messungen bei Veränderlichen I 690 694, *Astrophotometrie* I 359, *Astrospectroskopie* I 428, über die Stabilität enger Systeme *Doppelsterne*, I 695, Einfluss der Lichtzeit auf den Ort der Componenten I 696, Abhängigkeit der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichts von der Helligkeit I 696

Über die Massenverhältnisse *Unwersum* IV 95, die Entstehung *Kosmogonie* II 235

Messungen im Lampenmikrometer *Mikrometer* IIIa 69, im Schraubenmikrometer Herschel's IIIa 112, am Fadenmikrometer nach Positionswinkel und Distanz IIIa 153 ff, mit dem Doppelbildmikrometer IIIa 223, mit Wellmann's Mikrometer IIIa 225, am Heliometer II 16

Verzeichnis der Doppelsterne in den einzelnen Sternbildern s *letziere*

Doppler'sches Princip *Einleitung* I 163, *Astrophotometrie* I 359, *Astrospectroskopie* I 424, *Doppelsterne* I 675

Dorado, der Schwertsfisch *Sternbilder* IIIb 248, Grenzen und Anzahl der dem bloßen Auge sichtbaren Sterne IIIb 248, Verzeichnis der Doppelsterne IIIb 248, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 249, der veränderlichen Sterne IIIb 252, der farbigen Sterne IIIb 252; Präcessions-tabelle IIIb 252

Dosenlibelle *Neveus* IIIa 290

Drachenkopf Drachenschwanz *Einleitung* I 7, *Chronologie* I 597

Drachenmonat *Einleitung* I 7, *Chronologie* I 597

Draco, der Drache *Sternbilder* IIIb 252, Grenzen und Anzahl der dem bloßen Auge sichtbaren Sterne IIIb 252, Verzeichnis der Doppelsterne IIIb 253 451, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 256, der veränderlichen Sterne IIIb 260 454, der farbigen Sterne IIIb 260, Präcessions-tabelle IIIb 260

Dunkle Weltkörper *Unwersum* IV 96

Durchgang s. Merkur-Venusvorübergänge

Durchgangsbeobachtungen *Meridankreis* IIIa 4; Reduction auf den Mittelladen IIIa 8, Bestimmung der Fadendistanzen IIIa 10, Einfluss der Eigenbewegung, Parallaxe und des Durchmessers des Gestirns IIIa 11, Bestimmung des Werthes einer Schraubenrevolution aus Durchgängen *Mikrometer* IIIa 190 ff; über die persönlichen Fehler bei denselben *Personliche Gleichung* IIIa 368 ff. 381 f

Durchgangsinstrument s. Passageninstrument

Durchgangstheodolith s. Universalinstrument

Durchmesser s. unter Mond, Planeten, Sonne

— Bestimmung *Heliometer* II 4, im Fadenmikrometer mit spitzen Glasfäden *Mikrometer* IIIa 156, an Airys Doppelbildmikrometer IIIa 211, Berücksichtigung d. Phase IIIa 215, Einfluss der Irradiation *Planeten* IIIa 385

Durchmusterung s. Sternkarten IIIb 519.

Dynameter *Fernrohr* I 737

## E

Ebbe und Fluth *Einleitung* I 113, als Ursache der Seculärbeschleunigung d. Mondes *Mechanik des Himmels* II 456, Einfluss auf die Rotationsaxe der Erde II 600

Ebles Sextant *Zeitbestimmung* IV 179

Echappement s. Hemmung

Eigenbewegung der Fixsterne *Präcession* IIIb 12 16, *Starnataloge* IIIb 458 ff, und des Sonnensystems *Eigenbewegung des Sonnensystems* IIIb 92, motus parallaxicus, peculiaris, proprius IIIb 93, Herschel's Gleichung zur Bestimmung der Lage des Antapex IIIb 94, die Grossac der Sonnenbewegung IIIb 94, analytische Behandlung des Zusammenhangs zwischen der Eigenbewegung von Sonne und Fixsternen IIIb 94, Ausdrücke von Airy IIIb 96, Hypothesen über die Entfernung der Sterne und über die Natur der motus peculiaris IIIb 96 102, im grossten Kreis IIIb 97; Ausdruck von Argelander IIIb 98, von Bessel Kobold IIIb 100, Resultate des verschiedenen Methoden IIIb 103, unter Annahme, dass die motus peculiaris einem bestimmten Gesetz folgen (Schönfeld) IIIb 103, Entwicklung d. Formeln IIIb 104

Bewegung der Fixsterne im Various radius *Eigenbewegung des Sonnensystems* IIIb 92 97 101, *Astrophotometrie* I 359, *Astrospectroskopie* I 424, *Doppelsterne* I 675, Bestimmung des Apex der Sonnenbewegung daraus *Eigenbewegung des Sonnensystems* IIIb 103

Zusammenstellung der Coordinaten des Sonnenapex IIIb 107, Vertheilung der Eigenbewegungen *Unwersum* IV 101 103 104, in Verbindung mit Spectraltypen IV 104

Ihr Einfluss auf die Bestimmung der Nutationsconstante *Nutation* IIIa 305, auf die Parallaxe der Fixsterne *Parallaxe* IIIa 345

Eklptik *Einleitung* I 5, *Chronologie* I 595, *Coordinales* I 657 658, *Unwersum* IV 58, ihre Eintheilung in Zeichen *Einleitung* I 3 19, *Chronologie* I 595

— Schiefe der, *Einleitung* I 5, *Coordinaten* I 657, ihre Bestimmung am Gnomon *Gnomon* II 1, bei Ptolemäus *Einleitung* I 33, bei den Arabern I 49, durch Copernicus I 61, durch Tycho I 67, am Meridiankreis IIIa 17 20, *Rectascensionsbestimmung* IIIb 30 ff, *Starnataloge* IIIb 456, ihre Veränderlichkeit *Einleitung* I 93, *Meridiankreis* IIIa 21, *Nutation* IIIa



- 202, wahre, feste, instantane, mittlere, lunisolare Schicht *Mechanik des Himmels* II 584 ff, *Precession* III b 1 2, *Recessionsbestimmung* III b 32
- Eklipsalkalorien 9 Sternkarten
- Elementare Glieder *Mechanik des Himmels* II 446
- Elemente der Bahn *Einleitung* I 115 130 133, *Bahnbestimmung* I 463, *Kometen und Meteor* II 64 *Ann*, der Kometenbahn vor und nach einer Störung II 93
- Verwandlung der aquatorenlen in ekliptikale und umgekehrt *Bahnbestimmung* I 545, Uebergang auf verschiedene Epochen für aquatorle und ekliptikale Elemente *Precession* III b 8 ff, osculirende *Einleitung* I 133, *Mechanik des Himmels* II 298 331 429, Uebergang auf neue osculirende Elemente mit den Störungen der rechtwinkligen Coordinaten II 342, Beispiel II 343, mit Störungen in polaren Coordinaten II 356, Beispiel II 356, mittlere Elemente *Einleitung* I 137 140, *Mechanik des Himmels* II 429
- Elemente bezogen auf einen Planeten als Centralkörper II 479, Beispiel II 481, Beziehungen zwischen den Aendricungen der Elemente eines Kometen durch Attraction eines Planeten II 482
- Variation der Elemente II 296 360, Beispiel II 362, Differentialgleichungen für die Variation der Elemente II 296, Transformation der Differentialgleichungen II 317, Einführung der störenden Kräfte II 319, für grosse Excentricitäten und für sehr kleine Excentricitäten und Neigungen II 324 S. auch weiter Mechanik des Himmels
- Flykssometer *Horizontalpendel* II 28
- Longitude *Einleitung* I 47
- Enceladus s. Planeten, Saturn III a 428
- Encke's Komet *Einleitung* I 160, *Kometen und Meteor* II 74, *Mechanik des Himmels* II 484 ff
- Engklisis *Einleitung* I 46
- Epacten *Chronologie* I 618
- Ephemeride der Planeten und Kometen *Bahnbestimmung* I 495
- die astronomischen Jahrbücher *Zeitbestimmung* IV 133, zur Berechnung des mittleren und scheinbaren Orts *Ort* III 313, *Starrenloge und Sternkarten* III b 461, das Berliner astronomische Jahrbuch III b 461, die Connaissance des Temps III b 462, der Nautical Almanac III b 462, die American Ephemeris III b 464, andere Ephemeridensammlungen III b 469, die systematischen Unterschiede und mittleren Abweichungen der Ephemeriden unter einander III b 464 468, die Veränderungen und die Vertheilung der von ihnen aufgenommenen Sterne über den Himmel III b 466
- Epicikel *Einleitung* I 21
- Epicyclische Bewegung und Theorie *Einleitung* I 201 57 ff
- Epoche *Einleitung* I 115, *Bahnbestimmung* I 463
- Equuleus, das Füllen *Sternbilder* III b 261, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne III b 261, Verzeichniss der Doppelsterne III b 261, der Nebelflecke und Sternhaufen III b 262, der fuhigen Sterne III b 262, *Precessions-tabelle* III b 262
- Erdaxe *Coordinaten* I 655, ihre vermeintliche Bewegung nach Copernicus (*Libration*) *Einleitung* I 59, Bewegung der Rotationsaxe der Erde *Mechanik des Himmels* II 568 ff 581 ff, *Nutation* III a 302, *Precession* III b 1
- Erdbahn, die Veränderlichkeit ihrer Excentricität *Einleitung* I 55, *Kometen und Meteor* II 85, ihre Elemente bei Copernicus *Einleitung* I 61, bei Tycho I 67; Untersuchungen von Kepler I 87, Untersuchungen über die Secularveränderungen von Lagrange, Laplace I 139 ff, ihre Störungen durch Mond, Jupiter und Venus I 145, s. auch unter Mechanik des Himmels
- Erdbeben und Pulsationen *Horizontalpendel* II 39 40
- Erde, über die Grösse und Gestalt bei den Alten, Kugelgestalt und Aendricung *Einleitung* I 17, bei Eratosthenes I 18, Posidonius I 30, ihre dreifache Bewegung bei Copernicus I 59 ff, ihre Abplattung nach Huyghens I 113, nach Newton I 113, dichter Kern I 145, Untersuchung ihrer Gestalt aus der Mondparallaxe *Parallaxe* III a 322, die Schwerkraft an ihrer Oberfläche III a 325, Einfluss der Abweichung von der Kugelgestalt auf die Bewegung des Mondes *Mechanik des Himmels* II 460, ihre mittlere tägliche siderische Bewegung II 402, Beziehung zu der der Venus und des Mars II 402
- Erdferne, Erdnahe *Einleitung* I 21
- Eridanus, der Eridanusfluss *Sternbilder* III b 262, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne III b 263, Verzeichniss der Doppelsterne III b 263, der Nebelflecke und Sternhaufen III b 265, der veränderlichen Sterne III b 270 453, der farbigen Sterne III b 270, *Precessions-tabelle* III b 270
- Eros s. Planeten III b 440
- Euler'sche Gleichung s. Bahnbestimmung
- Euler'scher Cyclos *Einleitung* I 145, *Mechanik des Himmels* II 602 ff
- Evection *Einleitung* I 36 52 59, *Mechanik des Himmels* II 440
- Excedens *Prismenkreis* III b 20
- Excentricität bei Bahnen *Einleitung* I 21 91 115, die numerische *Bahnbestimmung* I 457, die optische I 458, *Mechanik des Himmels* II 306, die der Bahnen der Planeten *Kosmogon* II 241, des Mondes II 242
- an den Kreisen I 696, ihre Bestimmung I 697; ihre Elimination, I 699, *Messungswert* III a 18, *Prismenkreis* III b 23 24
- Excentricitätswinkel *Bahnbestimmung* I 458, *Mechanik des Himmels* II 306
- Excentrischer Kreis *Einleitung* I 21.

Extinction des Lichts *Astrophotometrie* I 325, Ausdrücke von Lambert und Laplace I 326, ihre Bestimmung von Seidel und Müllers I 327, Tabelle für dieselbe I 329, Abhängigkeit von Luftdruck und Feuchtigkeit I 331, die Constante derselben I 329, *Umwertung* IV 94

F

Fackeln der Sonne s. Sonne

Falckenbeleuchtung *Mesidantius* IIIa 2, *Mikrometer* IIIa 28

Fadencorrection *Mikrometer* IIIa 116, *Universalinstrument* IV 47

Fadendistanzen, ihre Bestimmung *Almicantils* I 201, Einfluss der Refraction I 201, *Mesidantius* IIIa 10, *Mikrometer* IIIa 190 191, Einfluss der Temperatur *Mesidantius* IIIa 10, Bestimmung durch Sternbeobachtungen IIIa 10, durch Messung mit dem Universalinstrument IIIa 10, Berücksichtigung von Eigenbewegung, Parallaxe und Halbmesser des Gestirns bei der Reduction auf den Mittelfaden IIIa 10, Benutzung von Nullstrichen *Mikrometer* IIIa 191, für das Passageninstrument im ersten Vertikal *Passageninstrument* IIIa 358, für sehr zenithnahe Sterne IIIa 359, für fest aufgestellte Instrumente IIIa 360, ihre Elimination IIIa 363

Fadenkreuz s. Fadennetz

Fadenmikrometer s. Schraubenmikrometer  
Fadennetz *Einleitung* I 98, *Leimholz* I 720, Anwendung von Spinnfaden *Einleitung* I 118, *Mikrometer* IIIa 116 f. Einziehen der Faden IIIa 116

Farben der Fixsterne *Astrophotometrie* I 315, *Astrophotometrie* I 410 ff., *Doppelteleskop* I 675

Farbenzerstreuung *Leimholz* I 723

Farbige Sterne, Verzeichnung derselben in den einzelnen Sternbildern s. letztere

Fayescher Komet *Einleitung* I 160, *Kometen und Meteor* II 75

Federuhr *Chronometer* I 625

Fehler Methode der kleinsten Quadrate IIIa 26, systematische IIIa 26, zufällige IIIa 27, übrigbleibende IIIa 29 36, wahrscheinlicher Fehler IIIa 30 34, durchschnittlicher IIIa 35, mittlerer IIIa 36, der Summe, der Differenzen, der Producte IIIa 40, s. auch systematische Unterschiede, Theilfehler

Fehlergrenzen Methode der kleinsten Quadrate IIIa 30 ff.

Fehlergrenzen Methode der kleinsten Quadrate IIIa 30 ff.

Fernrohr I 700, dioptrisches, ktoptrisches I 700, Erfindung *Einleitung* I 74, *Leimholz* I 700 703, das astronomische und terrestrische I 701, das dialytische I 707, Geschichte der Achromasie I 704, der optischen Gläser I 706; die optische Axe I 720, Vergrößerung I 730, ihre Bestimmung I 737, Helligkeit, Lichtstärke I 732, Gesichtsfeld I 733, Bestimmung der Grösse I 736, Untersuchung der Centrirung, Achromasie und Astigmatismus I

737 738 Die Biegung und ihre Bestimmung s. Biegung

Feuerkugeln *Kometen und Meteor* II 103, Helligkeit II 103, Zusammenhang mit Meteorsteinen II 104, ihre Höhe II 110, Identität mit Sternschnuppen und ihr Ursprung II 112 ff.

Finsternisse *Einleitung* I 8, Allgemeines *Chronologie* I 599 ff., *Finsternisse* I 749 s. Mondfinsternisse, Sonnenfinsternisse, Sternbedeckungen, Merkur- und Venusvorübergänge

Fixsternaberration s. Aberration I 166 167

Fixsterne *Einleitung* I 1, verschiedene Helligkeit, Einteilung in Sternbilder I 1, Bestimmung ihrer Oerter I 19, ihrer Entfernung und Grösse bei den Arabern I 50, bei Kepler 194, ihre Eigenbewegung I 117 162, ihre Helligkeit I 162 163, *Astrophotometrie* I 343, ihre Einteilung nach Grassenklassen I 322, die verschiedenen Helligkeitsskalen und ihre Vergleichung I 344 348, Cataloge und Karten mit Helligkeitsschätzungen und Messungen I 343 344, Zahl nach Grassenklassen I 349, veränderliche, neue, farbige Fixsterne s. Veränderliche Sterne und Farben der Fixsterne

Die photographischen Aufnahmen *Astrophotographie* I 228 ff., Belichtungszeit I 238, Verschiedenheit der Spectra für die Photographie I 239, Photographische Spectralapparate I 249 ff., Belichtungszeit I 251, Verbreiterung der photographirten Spectren I 259 260, das Ausmassen der Sternpositionen I 267, der Spectrogramme I 273, Reduction der ausgemessenen Photogramme 278, allgemeine Fehlerquellen I 279, Methode der rechtwinkligen Coordinaten I 283, der Positionswinkel und Distanz I 288, der Rectascensionen und Declinationen I 295

Die spectroscopischen Beobachtungen *Astrophotographie* I 410, Secchi's Einteilung der Spectra in 5 Klassen I 410, Pickering's in 16 Klassen I 412 413, Vogel's in 3 Hauptklassen entsprechend drei Entwicklungsphasen I 414 415, die Lockyer'sche Einteilung I 415 416, Vergleichung der verschiedenen Bezeichnungen I 416 ff., Häufigkeit der Sterne nach den verschiedenen Klassen I 418, Vertheilung der Spectren am Himmel I 419, Erklärung der verschiedenen Spectra nach Vogel's Anschauung I 421, s. hierüber auch Kosmogonie I 233 ff.

Die Eigenbewegung der Fixsterne *Eigenbewegung des Sonnensystems* IIIb 92; motus peculiaris, parallacticus, proprius IIIb 93, im Visionsradius IIIb 92 97 101, Hypothesen über die Entfernungen IIIb 96, über die motus peculiaris IIIb 96 ff., dieselben nicht als zufällige angesehen IIIb 103; die Eigenbewegung der Fundamentalsterne *Starmataloge und Sternkarten* IIIb 458 460 ff., über die Bestimmung ihrer Entfernung s. Parallaxe IIIa 341 ff.

S über Fixsterne auch die ausführlichen Angaben unter Stern  
 Fixsternsysteme *Kosmogonie* II 231, *Unwensum* IV 59, *Doppelsterne* I 671 ff  
 Fixsternstrahlanten *Doppelsterne* I 671  
 Flächengeschwindigkeit *Bahnbestimmung* I 454  
 Flächenprincip *Mechanik des Himmels* II 287  
 Flecken der Sonne s Sonne  
 Flora, kleiner Planet, das Spectum *Astrophotografie* I 406  
 Fournier, der chemische Ofen *Steinbildhau* IIIb 270, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 271; Verzeichniß der Doppelsterne IIIb 271 451, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 271, der veränderlichen Sterne IIIb 272 452, der farbigen Sterne IIIb 272, Präcessionstabelle IIIb 272  
 Frühlingspunkt s Aequinoctialpunkt  
 Fundamentalebene Ort IIIa 309, *Präcession* IIIb 2  
 Fundamentalphunkte *Formeln* I 711  
 Fundamentalbestimmungen *Meridiankreis* IIIa 1, *Reclinationsbestimmung* IIIb 30, der Schiefe mit Refraction IIIb 31, *Steinataloge und Sternkarten* IIIb 456; günstigste Bedingungen IIIb 457, Reductionsmethode IIIb 457, Einfluss der Polhöhe *Meridiankreis* IIIa 20  
 Fundamentalcataloge *Stemataloge und Sternkarten* IIIb 456, *Präcession* IIIb 17  
 Fundamentalsterne *Meridiankreis* IIIa 17, *Stemataloge und Sternkarten* IIIb 457, ihre Eigenbewegung IIIa 458 460 ff  
 Fundamentalsystem *Meridiankreis* IIIa 17, *Steinataloge und Sternkarten* IIIb 471 ff  
 Funkeln s Scintillation

## G

Gang einer Mikrometerschraube s Run  
 — täglicher, einer Uhr *Chronometrie* I 635  
 — todter *Mikrometer* IIIa 121  
 Gauss'sche Constante s Constante  
 Gauss'sche Osterregel *Chronologie* I 619;  
 Regel zur Bestimmung des Passahfestes I 621  
 Gegensehein s Zodiacallicht  
 Gehörfehler *Mikrometer* IIIa 81  
 Gemini, Zwillinge *Steinbildhau* IIIb 110 272, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 273, Verzeichniß der Doppelsterne IIIb 273 451, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 275, der veränderlichen Sterne IIIb 276 453, der farbigen Sterne IIIb 276, Präcessionstabelle IIIb 276  
 Geocentrische Bewegung *Einleitung* I 22  
 Geographische Ortsbestimmung *Einleitung* I 72 73, s *Armuthbestimmung*, *Langenbestimmung*, *Polhöhe*, *Zeitbestimmung*  
 Geschwindigkeit eines Himmelskörpers in der Ellipse, Hyperbel, Kreis und Parabel *Einleitung* I 135, *Kometen und Meteor* II

65, *Mechanik des Himmels* II 301, *Grosse Geschwindigkeit Bahnbestimmung* I 462,  
 — des Lichts *Aberration* I 171  
 Gesichtsfehler *Mikrometer* IIIa 76 78 81  
 Gesichtsfeld *Formeln* I 716 733, *Bestimmung desselben* I 736  
 Gewicht *Methode der kleinsten Quadrate* IIIa 37, *Bestimmung desselben* IIIa 39, *Beispiel der Gewichtsbestimmung* IIIa 40  
 Gezeiten durch Newton erklärt *Einleitung* I 113, s *Ebbe und Fluth*  
 Ghost Mikrometer von Browning und Grubb *Astrophotografie* I 379, *Mikrometer* IIIa 135 136  
 Gitter *Astrophotografie* I 232 246  
 Gitterblenden *Mikrometer* II 9, *Personliche Gleichung* IIIa 381  
 Glasfäden, ihre Herstellung *Mikrometer* IIIa 157  
 Glasgitter, *Mikrometer* IIIa 65  
 Gleichgewicht, Gleichgewichtslage *Mechanik des Himmels* II 547 552 555  
 Gleichung, Ungleichheit *Einleitung* I 14  
 — jährliche *Mechanik des Himmels* II 440 471  
 — parallactische *Mechanik des Himmels* II 440 458 471  
 Gleichungen, Bedingungen *Normal-Iluminationsgleichungen und ihre Behandlung* s *Methode der kleinsten Quadrate*  
 Gnomon *Einleitung* I 6 33; *Beschreibung* II 1, *Anwendung zur Bestimmung der Sonnenhöhe im Meridian, der Zeit, der Richtung des Meridians, der Schiefe der Ekliptik* II 1 2, *Gnomon geometrie* II 3, *Bestimmung der Zenithdistanzen der Sonne durch ihre Tangente (Antitangententafel)* II 3  
 Goldene Zahl *Chronologie* I 598 618  
 Granulation der Sonnenoberfläche s Sonne  
 Gravitationsconstante s Constante  
 Gravitationsgesetz s Newton'sches Gesetz

Grösse, Helligkeit eines Sterns *Astrophotografie* I 322, *Fechner'sches psychophysisches Grundgesetz* I 322, *Unterschied zweier Grössenklassen* I 323; *Schätzungen* I 324, der kleinen Planeten I 340, die Grössenklassen bei Ptolemäus, Abul Rahman al Süfi, Herschel, Struve, Argelander, Hens, Behrmann, Houzeau, Gould I 340, s auch *Helligkeit, Sternhelligkeit*  
 Grus, Kianich *Steinbildhau* IIIb 277, *Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne* IIIb 277; *Verzeichniß der Doppelsterne* IIIb 277, *der Nebelflecke und Sternhaufen* IIIb 278, *der veränderlichen Sterne* IIIb 279, *der farbigen Sterne* IIIb 279, *Präcessionstabelle* IIIb 279

## H

Hakemitische Tafeln *Einleitung* I 53  
 Halley'scher Komet *Einleitung* I 147, *Kometen und Meteor* II 57 58 68 69 88  
 Hauptbrennpunkte *Formeln* I 709  
 Hauptebene *Formeln* I 710  
 Hauptpunkte *Formeln* I 710

- Hauptstrahl *Fernrohr* I 711  
 Heliakisch *Einleitung* I 3, *Chronologie* I 603  
 Helioconcentrische Bewegung *Einleitung* I 22  
 Helioconcentrisches System *Einleitung* 50 ff  
 Heliometer *Einleitung* I 118, II 4, *Mikrometer* IIIa 198, erfunden v. Dollond u. Bouguer II 4 5, Beschreibung d. Dollond'schen u. der kleinen Fraunhofer'schen II 5 6, Beobachtungen mit denselben II 5 6, Vergrößerung d. Helligkeit durchs Heliometerobjectiv II 6, Beschreibung des grossen Fraunhofer'schen Heliometers in Königsberg II 6, Herstellung eines Heliometerobjectivs II 7, Messung v. Doppelsternen II 7 8, Durchmesser II 8, Erbsenabständen II 9, grossen und kleinen Standstärken II 9, Einfluss seitlicher Entfernung d. Objectivmittelpuncte II 7, der nicht kreisförmigen Gestalt d. Sternbilder II 8, systematische Unterschiede bei den Einstellungen II 8, Distanzmessungen II 8 ff, Abbildung durch Dichtgitter II 9, Verwandlung d. Schraubenscalentheile in Bogenmaass II 10, verschiedene Methoden II 10, Resultate Bessel's II 10, Abhängigkeit v. d. Temperatur II 11, Einfluss d. Ocularstellung bei Distanzmessungen II 11, Ocularscala II 12, optische Verbesserung II 13, Messung d. Positionswinkel II 14, Bestimmung des Indexfehlers, verschiedene Methoden II 14 16, Einfluss d. Lage d. Fernrohrs II 15, die Heliometer in Bonn, Pulkowa, Oxford (Radcliffe Observatory) II 15, Einstellungsweise v. Johnson II 16, die kleinen Repsold'schen Heliometer in Russland, Leiden u. s. w. II 17, die grossen in Leipzig, Göttingen, Braunschweig, Newhaven, Cap d. g. II 17, Beschreibung des Göttinger II 17, Bestimmung d. periodischen Fehler d. Schraube II 18, über die Messungen mit demselben II 19, Untersuchung d. Theilungsfehler d. Objectivscalens II 19 20, Beleuchtung d. Scalen, Kieise, Mikrometertrommeln II 19, Gebrauch des Collimatorfernrohrs f. Bestimmung des Indexfehlers II 19, Abhängigkeit d. Brennweite v. d. Temperatur II 19, künstliche Doppelsterne und Scheiben, Bedenken gegen ihre Benützung II 19, Ocularprisma II 19, Abhängigkeit d. Ocularstellung v. d. Temperatur II 20, Reduction d. Distanzmessungen auf normale Stellung des Auges II 21, Bestimmung des Scalenwerths II 21, Unterschied zwischen zwei Beobachtern II 22, Unterschied zwischen Distanzmessungen am Heliometer und Meridiankreis II 22 23, Befreiung d. gemessenen Positionswinkel v. den Instrumentalfehlern II 24, Bedeutung des Heliometers f. die moderne Astronomie II 27, das belgische Heliometer v. Houzeau II 25.  
 Beobachtungen am Heliometer zu Parallaxenbestimmungen *Parallaxe* IIIa 331 333 350  
 Heliophotograph *Asiophotographus* I 215  
 Heliosat *Asiophotographus* I 213, Beschreibung des Repsold'schen in Potsdam I 215, der Meyerstein'sche Heliosat von Gotthard Konkoly verändert I 241 f. andere Heliosate von Johnston, Fuess, Monckhoven I 243  
 Heliotiop II 27  
 Helium *Sonne* IIIb 19  
 Helligkeit, das Verhältniss d. Grossenclassen *Asiophotometrie* I 323 349, die Schattungen nach Stufen I 324, die photographische I 325, die der Sonne I 332, d. Planeten in mittlerer Opposition und verschiedenen Entfernungen v. Sonne u. Erde I 333 f., 337, *Planeten* IIIa 386 387, Beziehung v. Grosse IIIa 437, mittlerer Oppositionsgrosse IIIa 438, eines beleuchteten Körpers *Asiophotometrie* I 335, des Saturn und seines Ringes I 336, d. Mondes I 341, der Fixsterne I 343, verschiedene Scalen v. Hirschel, Struve und Argander und ihre Vergleichung I 348, Gesammthelligkeit aller Sterne I 349  
 Helligkeit der Kometen *Kometen und Meteor* II 77, der Meteore und Feuerkugeln II 103, der Sternschnuppen, geordnet nach Monaten und Stunden II 124  
 Systematische Unterschiede d. Schätzungen d. Fixsterne nach dem Sternreichtum *Unversum* IV 78, der Nobel IV 117  
 Helligkeit des optischen Systems *Fernrohr* I 716, des Fernrohrs I 732  
 Helligkeitsgleichung *Sternataloge und Sternkarten* IIIb 471 474  
 Hemmung, Echappement *Chronometer* I 626 ff  
 Uhr IV 20, Theorie d. Hemmung IV 21; die rückspingende oder d. englische II 21, die ruhende Hemmung oder d. Grahamgang IV 23, die Stufenhemmung IV 24, die fixe Hemmung IV 25 ff, *Chronometer* I 632, die Rieller'sche Hemmung *Uhr* IV 29, die Duplexhemmung *Chronometer* I 629  
 Horbepunkt *Einleitung* I 5, *Chronologie* I 595, *Coordinationen* I 657  
 Hercules *Sternbilder* IIIb 279, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 279; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 280 451, die Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 283, die veränderlichen Sterne IIIb 286 454, d. farbigen Sterne IIIb 287, Präcessionstabelle IIIb 288  
 Hohe *Coordinationen* I 655  
 Höhenbestimmung bei Ptolemaus *Einleitung* I 33, am Quadrant IIIb 30, a. Bestimmung d. Zenithdistanz  
 Höheninstrument *Unversalinstrument* IV 43, Beschreibung IV 43, Nivellirung d. Axe IV 43, Alhidade oder Vorschöpfungsbelle IV 43, Beleuchtung IV 44  
 Hohlspiegel *Fernrohr* I 703 743 ff  
 Homocentrische Sphären des Endovus *Einleitung* I 10  
 Horizont *Coordinationen* I 655  
 — künstlicher (Quecksilber) angequikter *Meridiankreis* IIIa 18, *Prismenkreis* IIIb

- 21, Glashorizont IIIb 22, Nivellirung desselben IIIb 22
- Horizontalcoordinaten *Coordinaten* I 655, Verwindung in aquatorienle u umgekehrt I 658 f, 662, Beispiele I 660 662, Differentialausdrücke I 667
- Horizontalparallele *Parallele* IIIa 315, Aequatorial Horizontalparallel IIIa 315
- Horizontalpendel II 28, die ersten Angaben von Hengler, Zollner, v Rebeur-Paschwitz, Perrot II 28 ff, Beschreibung d Apparats v Zollner II 31, v Ewing, Gray II 32, v Repold, Sturckrath II 33, photographische Registrirung II 36, Bestimmung der Masse und Entfernung v Mond und Sonne II 28, über die Ablenkung d Lothlinie durch Anziehung v Sonne und Mond II 31 37, Beobachtungen damit II 36 38, theoretische Behandlung II 37 38, Einfluss d Mondes beobachtet v v Rebeur-Paschwitz und Ehlert II 38, Beobachtung d Barometerschwankungen II 39, seismische Bewegungen II 39, Erdpulsationen, Erdbeben II 40
- Horizontaluhr *Zeitbestimmung* IV 181
- Horologium die Pendeluhr *Steinbildes* IIIb 288, Grenzen und Anzahl d dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 288, Verzeichniss d Doppelsterne IIIb 289, d Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 289, d veränderlichen Sterne IIIb 289 452, d farbigen Sterne IIIb 290, Precessionstabelle IIIb 291
- Hundstern Sothisperiode *Chronologu* I 609
- Hydra, die Wasserschlange *Steinbildes* IIIb 290, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 290, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 290 452, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 293 452, der veränderlichen Sterne IIIb 296 453, der farbigen Sterne IIIb 296, Precessionstabelle IIIb 297
- Hydrus, die kleine Wasserschlange, *Steinbildes* IIIb 297, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 297, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 298, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 298, der farbigen Sterne IIIb 298, Precessionstabelle IIIb 299
- Hyperbel, Bewegung in denselben u Bahnbestimmung, Cometen und Meteor.
- Hyperbolicum Glieder *Mechanik des Flumulus* II 446
- Hyperion s Pluton, Saturn IIIa 428

## J

- Jacobstern II 48
- Jahr, ägyptisches *Umlaufung* I 4, *Zeit* IV 130
- fingirtes, annus fictus *Ort* IIIa 310
- julianisches *Umlaufung* I 31, *Chronologu* I 618, *Precession* IIIb 16, *Zeit* IV 130
- lunisolare *Umlaufung* I 7, *Chronologu* I 605

- Jahr Mond- *Chronologie* I 605
- platonisches *Precession* IIIb 2
- Schaltjahr *Chronologie* I 605
- siderisches, *Umlaufung* I 20, *Chronologie* I 605
- Sonnen- *Umlaufung* I 4, festes und bewegliches *Chronologu* I 605
- tropisches *Umlaufung* I 20, *Chronologu* I 594, *Ort* IIIa 310, *Precession* IIIb 6, Umsetzung in julianisches Jahr IIIb 6 7, *Zeit* IV 131
- Jahreslang *Ort* IIIa 310, für einen Hauptmeridian als Nullpunkt der *Umlaufung* IIIa 310, der Nullpunkt der *Umlaufung* von der Lage des Erdoberflächenschnitts IIIa 310, Berechnung des Normalmeridians IIIa 311
- Jahreslänge *Umlaufung* I 3 4, bei den Römern I 31, bei Ptolemäus I 34, s auch *Chronologie*
- Jahrespunkte *Chronologie* I 595
- Jahreszeit *Chronologie* I 616
- Jahreszeiten *Umlaufung* I 20, ihre ungleiche Länge I 25, bestimmt von Hipparch I 25
- Jupiter, s Planeten, Saturn IIIa 428
- Jährliche Gleichung des Mondes entdeckt von Tycho *Umlaufung* I 68, *Mechanik des Flumulus* II 440, 471 *Anm*
- Kleinere Tafeln *Umlaufung* I 53
- Indexfehler *Umlaufung* IIIa 19, Correction IIIa 23, Bestimmung IIIa 23
- Indiction *Chronologu* I 618
- Indus, Indran *Steinbildes* IIIb 299, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 299, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 299, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 300, der veränderlichen Sterne IIIb 300, der farbigen Sterne IIIb 300, Precessionstabelle IIIb 300
- Intermediate Bahn *Mechanik des Flumulus* II 493, die Differentialgleichungen für die intermediate Bahn des Mondes II 501 ff, die Integration der Differentialgleichungen II 505 ff
- Interpolation II 41, die Newton'sche Interpolationsformel II 42, andere Formeln II 43, Interpoliren in die Mitte II 43, Beispiel II 44, Ermittlung der numerischen Werthe der Differentialquotienten für einen gegebenen Functionswert II 45, Beispiel II 47, s auch *Mechanische Quadratur* II 618
- Interplanetarischer Planet *Planeten* IIIa 389 432, Untersuchungen über die mögliche Existenz und Nachforschungen IIIa 389 432, Verzeichniss verdächtiger Sonnenflecke IIIa 433, die Arbeiten Leverrier's u Oppolzer's IIIa 434, *Mechanik des Flumulus* II 396, s auch Bewegung des Merkurperihel, Vulcan
- Invariante *Kometen und Meteor* II 93
- Irradiation *Planeten* IIIa 385, ihre Bestimmung für Venus, Mars IIIa 385 397
- Julianische Periode *Chronologu* I 618, *Zeit* IV 130

uno *Einleitung* I 157, *Planeten* IIIa 436, ihre Helligkeit in mittlerer Opposition und ihr Phasencoefficient *Astrophotometrie* I 340  
 upiter, Durchmesser, Abplattung, Masse, ulti- Bestimmung *Einleitung* I 98, neue *Planeten* IIIa 414, Dichte IIIa 415, *Mechanik des Himmels* II 551, Flecke *Planeten* IIIa 415, Rotationszeit IIIa 415, verschiedene nach der Breite IIIa 415, Farbe der Flecke, Atmosphäre und Oberfläche IIIa 417, Veränderlichkeit IIIa 417, Lage der Rotationsaxe IIIa 417, seine Helligkeit und Albedo *Astrophotometrie* I 338, *Planeten* IIIa 387 388, 414, sein Spectrum *Astrophotometrie* I 407; photographische Aufnahme *Astrophotographie* I 224 225, die mittlere tägliche siderische Bewegung *Mechanik des Himmels* II 402, Beziehung zu der des Saturn und Uranus II 403, die Seculärveränderung II 403, dieselbe entdeckt durch Halley *Einleitung* I 119, Arbeiten darüber von Clavius, Lullu, Lagrange I 130 138, die commensurablen Verhältnisse der mittleren Bewegung mit solchen kleiner Planeten *Mechanik des Himmels* II 405, Annäherung kleiner Planeten *Planeten* IIIa 439, *Kosmogonie* II 241  
 — die Satelliten entdeckt von Galilei *Einleitung* I 75, Marius I 76, die Umlaufzeiten und Entfernungen I 76, *Planeten* IIIa 418, Durchmesser und Flecken IIIa 418, ihr Spectrum *Astrophotometrie* I 407, die Albedo, Helligkeit und Schwankungen derselben *Astrophotometrie* I 342, *Planeten* IIIa 418, 419, Commensurabilität der mittleren Bewegungen IIIa 418, *Einleitung* I 120, 140, Untersuchungen von Lagrange, Laplace, Souillart I 140, 141, *Mechanik des Himmels* II 405, die Störungen II 468, die Entdeckung des ständigen Satelliten und die dadurch herbeigeführte veränderte Berechnung *Planeten* IIIa 418, *Mechanik des Himmels* II 468 *Abm.*, Berücksichtigung der Jupitersphase bei mikrometrischen Messungen der Satelliten *Astronomie* IIIa 169; Verfinsterungen und Vollübergänge, Cassini's Tafeln *Einleitung* I 97 98, *Planeten* IIIa 419, die Beobachtung zur Bestimmung der Geschwindigkeit des Lichts und der Aberrationsconstanten *Einleitung* I 98, *Aberration* I 171, zur Bestimmung der Längendifferenz *Längenbestimmung* II 248

## K

Kalendariographische Tafeln *Chronologie* I 623  
 Kalender der Chinesen und Japaner *Chronologie* I 605, die Aera Nino I 605, 60-jähriger Cyclus I 605, der Indi I 606, die vier Zeitalter und Aeren I 606 ff., der Aegypter I 608, der Canon des Ptolemäus I 609, die Aera der Nabonassar und Philippus I 609, die Sothis oder

Hundsternperiode I 609, die Aera der Sintfluth, des Augustus, die Gnaden aera und die Weltära des Panodorus I 610, die Kalender in Vorderasien, der macedonische und babylonische I 610, die Aera der Seleuciden I 612, der der Griechen I 612, die Olympiade, der Meton'sche Cyclus und der des Kallippus I 612, der römische und der christliche Kalender I 613, der Schaltmonat des Numa, die Reform Julius Caesar's I 613, das Jahr der Verwirrung I 614, Unterscheidung der astronomischen und chronologischen Berechnung des Jahre vor Christi Geburt I 615, die Gregorianische Kalenderreform I 615, Tage und Jahreszeiten I 616, Sonntagsbuchstabe und Sonnenzahl, 28-jähriger Cyclus I 617, die goldene Zahl, die hcrete, Sonnen- und Mondgleichung, Indiction, Römervinzahl I 618, die julianische Periode I 618, die Gauss'sche Formel zur Berechnung des Osterfestes I 619, der russische Kalender I 619, der russische und gregorianische Datum I 620, der jüdische Kalender I 620, die Gauss'sche Formel zur Berechnung des Passahfestes I 621, der Kalender der Türken, 30-jähriger Cyclus I 622, der der französischen Republik I 623, der Kalendariographischen Tafeln von Schum I 623

Kanalwärg *Nereis* IIIa 289

Katoptrisches Fernrohr *Periscope* I 700

Kepler'sche Gesetze *Einleitung* I 80 ff., die Bearbeitung der Tycho'schen Anschauungen durch Kepler I 80, die stellvertretende Hypothese I 86, die Untersuchungen über die Bahnen I 87, Aufindung des zweiten Gesetzes (Erläuterung) I 89, des ersten Gesetzes I 91, die mittlere, eventische, wahre Anomalie I 91, des dritten Gesetzes I 92, ihre Herleitung aus den Differentialgleichungen der Bewegung *Bahnbestimmung* I 154

Kepler'sches Problem *Einleitung* I 91, *Bahnbestimmung* I 457, verschiedene Lösungen I 458, constructiv von Dubois I 458 f., von Encke I 459, durch Reihen I 461.

Kernschichten *Erkenntnis* I 750 ff

Knoten, aufsteigender, niedersteigender \* Elemente der Bahn

Knotenpunkte des optischen Systems, *Periscope* I 711

Kohlensäure *Umwandlung* IV 66.

Kometen, frühere Ansichten *Einleitung* I 16, *Kometen und Asteroiden* II 49 51, ihre Entfernungen n Regiomontan *Einleitung* I 55, Tycho's Ansichten und Beobachtungen I 71 72, über die Richtung der Schweife I 71; Kepler's Annahmen und Berechnungen I 93, Beobachtungen und Berechnungen von Gassendi I 97, die neueren Anschauungen über die Bahnen von Hevel I 98, Newton I 114 115, Halley I 120; übersichtliche Bemerkungen über den Zusammenhang mit Meteoriten und Sternschnuppen I 161, *Kometen und*



*Meteor* II 51, Bezeichnung der Kometen II 52 *Ann*, ihre Zahl II 53, Unterscheidung von Planeten II 53, Schweif, Kopf, Koma, Kern II 54 ff, Lichtstrahlströmungen II 56 ff, Theilungen des Korns Nebenkometen II 59, der Biela'sche u Lins'sche Komet II 60, der Komet 281 II 60 ff, der Komet 309 II 63, Bahnen der Kometen II 66, im Zusammenhang mit der Frage des Ursprungs II 66 83; Unterschied der periodischen und nicht-periodischen II 85, Hyperbeln, Parabeln, Ellipsen II 67, Wahrscheinlichkeit der verschiedenen Kegelschnitte II 67, lang periodische II 68, der Halley'sche Komet II 68, seine erste Vorausberechnung *Einleitung* I 120, die Störungsrechnungen und die Wiederkehr 1759 I 146 ff, seine Wiederkehr 1835, *Kometen und Meteor* II 58 69, der Komet Pons-Brooks, der Olbers'sche II 69, andere langperiodische Kometen mit Umlaufzeiten unter 100 Jahren II 70; Verzeichniss kurzperiodischer II 70 71, der Komet de Vico II 71, der Lexell'sche Komet II 72, seine grosse Annäherung an den Jupiter II 72 92, *Mechanik des Himmels* II 394, der Biela'sche Komet *Kometen und Meteor* II 73 224 f, der Encke'sche Komet II 74, die häufige Wiederkehr II 74, Annahme des widerstehenden Mittels als Erklärung für die Beschleunigung II 74, *Mechanik des Himmels* II 485, die Kometen Winnecke, Faye-Moller, Brorsen, *Kometen und Meteor* II 75, die übrigen bekannten kurzperiodischen II 76, die theoretische Helligkeit II 77, die Kometen geordnet nach ihren Perihelidistanzen II 78, ihre Bahnelemente verglichen mit denen der kleinen Planeten II 79, Frage nach der Wahrscheinlichkeit aller möglichen Excentricitäten II 83, Warmewirkung der Sonne im Zusammenhang mit der Excentricität II 84; Massenverlust II 86, Veränderung der Koma II 86, die Form der Schweife II 87, Annahme dreier verschiedener Typen nach Bredichin II 87, elektrische Entladungen zur Erklärung dieser Vorgänge II 86 87, Grösse der Abstoßung abhängig von dem Moleculargewicht II 87; Marcuse's Annahme, dass die normalen Schweife aus paramagnetischen, die anomalen aus diamagnetischen Stoffen erzeugt werden II 87, Unwahrscheinlichkeit materieller Schweife II 88, Annahme einer optischen Begleiterscheinung stark electrisch polarisirter Kometen II 89, das Licht der Kometen und ihrer Schweife stark aktinisch II 89, *Astrophotographie* I 227, Photographische Aufnahme I 226 235 239, Einfluss der Planeten *Kometen und Meteor* II 90, (s auch unten), Verzeichniss der Bahnnahe II 94, Kometensysteme II 97; Masse der Kometen II 100, Annäherung an die Erde II 101, Einfluss des Kometenlichts auf Fixsterne II 101, Durchgang des Kometen 309 durchs Jupitersystem

II 102 (s auch unten), Beziehungen zwischen Kometen und Meteor II 208; die Aehnlichkeit der Elemente der Perseiden und des Kometen 1862 III II 209, die der Leoniden und des Kometen 1866 I II 210, die der Lyraiden und des Kometen 1861 I II 211, die Bielhiden oder Andromediden II 211 f, Verzeichniss von zusammengehörigen Radianten und Kometenbahnen II 213 ff, Florterungen über die Wahrscheinlichkeit der Zusammengehörigkeit II 218 220; Hypothese über den Zusammenhang II 222, die Störungen in der Bewegung der Kometen *Mechanik des Himmels* II 369 476, die der periodischen Kometen II 477, die der in Parabeln oder elliptischen Bahnen von grosser Excentricität sich bewegendes II 478; die Bewegung bei grosser Annäherung an einen Planeten II 479, Uebergang auf Elemente bezogen auf einen Planeten als Centralkörper II 480, Beispiel II 481, Beziehung zwischen den durch Attraction eines Planeten entstandenen Aenderungen der Elemente und den früheren II 482, *Kometen und Meteor* II 93, s auch die Clausen'schen Untersuchungen über die Kometen 65 und 132 II 90 f, die von Lehmann Filbich über den Kometen 286 II 91 f, die von Chandler über den Kometen 309 II 92, anomale Bewegungenerscheinungen *Mechanik des Himmels* II 485, Bewegung im widerstehenden Mittel II 485, Einfluss des Widerstands auf die Bewegung verschiedener Kernpunkte *Kometen und Meteor* II 96, s auch über Komet 281 II 63 und Komet 309 II 65; Berechnung der Kometenbahnen *Unterweisung* I 114 f, in der Parabel I 148; Verbesserung der Newton'schen Methode, Arbeiten von Euler, Lambert, Boscovich, Lagrange, de Séjour, Olbers, Laplace I 148 ff, s Bahnbestimmung I 452 ff; Ortsbestimmungen der Kometen mit dem Kreismikrometer *Mikrometer* IIIa 71, mit dem Fadenmikrometer IIIa 158

Verzeichniss der Bahnelemente der Kometen *Anhang* IV 296 ff

Kometoiden *Kometen und Meteor* II 223. Kosmischer Auf- Untergang *Einleitung* I 3, *Chronolog* I 603.

Kosmischer Stand, Ursache für die Secularacceleration des Mondes *Mechanik des Himmels* II 456

Kosmogonie II 228, allgemeine Einleitung II 228, das Wesen des Urstoff II 230; die Nebelmassen und die Fixsternsysteme II 231; die Fixsterne II 233, Sonnensysteme II 235, unser Sonnensystem II 237, die Neigungen und Excentricitäten der Planetenbahnen II 241, die Neigung der Axen II 242, die Satelliten II 242, der Ring des Saturn II 243; die Kometen und Meteor II 244, das Zodiacallicht II 244, die Quellen der Sonnenwärme II 245

Kraft *Mechanik des Himmels* II 278 279.

Kraftfunction *Mechanik des Himmels* II 284ffKreis oder Ringmikrometer *Mikrometer*

IIIa 65 70, geschichtliche Bemerkungen IIIa 71, Doppelringe IIIa 71, Aufstellung der Gleichungen zur Bestimmung der Rectascensions- und Deklinationsdifferenzen IIIa 72, strenge Ausdrücke IIIa 72, Vereinfachung IIIa 73, Einfluss starken Uhganges (mittlere Zeit) IIIa 74, Bestimmung des Halbmessers der Ringe IIIa 74, mit dem Universalinstrument IIIa 74, durch Sonnenbeobachtungen IIIa 74, durch Sternbeobachtungen IIIa 75, günstigste Wahl der Sterne IIIa 76, Einfluss der Beobachtungsfehler und des Fehlers der Deklinationsdifferenz IIIa 77, Veränderlichkeit des Halbmessers mit Entfernung vom Objectiv IIIa 77, mit Temperatur und Aenderung der Brennweite IIIa 77, günstigste Wahl der Sterne für die Ortsbestimmung IIIa 78, Benützung des äusseren und inneren Kreises des Ringes IIIa 80, Berücksichtigung der Eigenbewegung IIIa 81, Einfluss der Strahlenbrechung IIIa 83, strenge Ausdrücke IIIa 84, genäherte Formeln IIIa 85, Ausdruck für die Strahlenbrechung nach Bessel's Tafeln IIIa 86, Hülfsformeln für die Berechnung der Strahlenbrechung IIIa 87; Beispiel IIIa 88, Bemerkungen über die Beobachtungen von Nebeln und Kometen IIIa 90, das Lampen-Kreismikrometer IIIa 90, Positionsringmikrometer von Kobold IIIa 91

## Kreuzstabmikrometer, Differenzmikrometer

## L

Lacerta, die Erdeche *Sternbilder* IIIb 301, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 301, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 301, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 302, der veränderlichen Sterne IIIb 303, der farbigen Sterne IIIb 303; Präcessionstabelle 303

Lambert's Satz von der Krümmung der scheinbaren Bahn *Leitung* I 151, *Bahnbestimmung* I 486

Lambert's Theorem oder Gleichung *Leitung* I 149, *Bahnbestimmung* I 504

Lamellenmikrometer s Differenzmikrometer

Lampenkreismikrometer s Kreismikrometer

Lampenmikrometer s Schraubenmikrometer

Lampennetzmikrometer, Fraunhofer's *Mikrometer* IIIa 69; Beschreibung und Beobachtung der Doppelsterne damit IIIa 69

Länge *Leitung* I 6, *Coordinationen* I 658; wahre und mittlere *Nutation* IIIa 302, mittlere siderische und tropische der Sonne *Präcession* IIIb 6, auf der Erde *Längenbestimmung* II 247

Langenbestimmung II 247, übersichtliche Bemerkungen über verschiedene Methoden II 248, die telegraphische Bestimmung II 249, Registrirapparate II 249, durch gleichzeitige Registinen der Steindurchgänge auf den Apparaten beider Stationen II 249, die persönliche Gleichung und ihre Ermittlung oder Elimination II 250, Wechsel der Beobachter und Stationen, Verwendung des Registrirculars II 250, *Personliche Gleichung* IIIa 370, Bestimmung der relativen persönlichen Gleichung IIIa 370; Beispiel *Langenbestimmung* II 251, Coincidenzmethode II 252, Beispiel II 254, die Signalmethode II 255, Benützung constanten Stroms II 255, die Stromzeit II 257, Abhängigkeit von der Stromstärke II 258, die Chronometerübertragung II 259, erste Methode II 259, Beispiel II 263, zweite Methode II 263, Beispiel II 264, Berücksichtigung der Gewichte II 265, erste Methode II 265, zweite Methode II 266; dritte Methode II 268, Mondculminationen II 268, gleiche Beobachtung an zwei Orten II 269, Reduction des Mondstandes auf Centrum II 270, Berücksichtigung der Veränderung der Rectascension des Mondes durch Vergleichung mit dem Mondort des Jahrbuchs II 270, Berücksichtigung der Fehler der Mondphemeride II 271, Genauigkeit der Methode II 273, Bestimmung aus Mondbeobachtungen in beliebigen Azimuthen östlich und westlich vom Meridian II 272, Genauigkeit der Methode II 273, aus Mondhöhen, insbesondere in der Nähe des ersten Verticals II 273, Mondistanzen II 274, Entwicklung der Formeln II 274, Correction wegen Parallaxe II 276, wegen Refraction II 276; Distanz des Mittelpuncts II 277; Einfluss der Abplattung der Erde II 278, Bestimmung durch Longomontan *Leitung* I 74, aus Mondfinsternissen I 74, durch *Interferenzen* I 33, aus Verfinstaltungen der Jupiterertritten durch Galilei I 75, Beobachtungen der Sonnenfinsternisse *Leitung* I 799, Aufstellung der Bedingungengleichungen I 800f

Langenunterschied *Langenbestimmung* II 247 248, *Zeit* IV 132 133

Laurentiusstrom *Kometen und Meteor* II 179 184

Leo major, der grosse Löwe *Sternbilder* IIIb 303, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 303; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 304, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 306, der veränderlichen Sterne IIIb 312, der farbigen Sterne IIIb 312, Präcessionstabelle IIIb 313

Leo minor, der kleine Löwe *Sternbilder* IIIb 313; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 313; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 313, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 314, der veränderlichen Sterne IIIb 315, der



- farbigen Sterne IIIb 315, Precessions-tabelle IIIb 315
- Leoniden *Kometen und Meteor* II 185
- Lepus, der Hase *Steinbild* IIIb 316, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 316, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 316, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 316, der veränderlichen Sterne IIIb 317 453, der farbigen Sterne IIIb 317, Precessions-tabelle IIIb 317
- Leuchtkraft der Fixsterne im Verhältniss zur Sonne *Unverstimm* IV 95, das Verhältniss derselben zu Sterne des ersten und zweiten Spectraltypus IV 108
- Levells Komet *Kometen und Meteor* II 72 90
- Libelle *Nwan* IIIa 289, die Kanalwage IIIa 289, die Röhrenlibelle IIIa 289, die Dosenlibelle IIIa 290, Füllung derselben IIIa 290, Einfluss der Blasenringe auf die Bestimmung der Neigung IIIb 290, das Reservoir IIIb 290, Einspielpunkt der Blase IIIb 291, Bestimmung des Parastiches IIIb 296, die Allhidadenlibelle *Unverstimm* IV 43 53, s. auch Niveu
- Libra, die Waage *Steinbild* IIIb 318, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 318, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 318, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 319, der veränderlichen Sterne IIIb 320 453 454, der farbigen Sterne IIIb 320, Precessions-tabelle IIIb 321
- Libration des Mondes, in Länge und Breite *Erklärung* I 120, entdeckt von Cassini und Hevel, erklärt von Cassini und Mayer I 120, *Mond* IIIa 245, die optische und physische *Erklärung* I 120, Theorie derselben *Michael des Hippolyt* II 604 ff., die Kleinheit der physischen Libration II 603 ff., numerische Werthe II 613 — *Planeten* IIIb 383
- Lichtausstrahlungen *Kometen und Meteor* II 56, in der Koma der Kometen II 57, am Huyley'schen Kometen II 58 Tafel III, an anderen Kometen II 58 59 Tafel IV
- Lichtbildmikrometer *Mikrometer* IIIa 137, erster Versuch und spätere Verbesserungen von Steinheil IIIa 137, die Mikrometer von Lamont, Stampfer, Littrow IIIa 138, das Positionsmikrometer mit leichten Fadenzugbildern von Bionning-Biddell IIIa 138, Beschreibung des Grubb'schen Ghost-Mikrometers IIIa 139, Nachtheile der Lichtbildmikrometer IIIa 139 140
- Lichteinheiten *Astrophotometrie* I 306
- Lichtextinction *Astrophotometrie* I 325, Tabelle für dieselbe I 329, die Constante I 329, s. auch Extinction
- Lichtgeschwindigkeit *Erklärung* I 98, *Aberation* I 171, Bestimmung der Sonnenparallaxe aus derselben *Parallaxe* IIIa 341
- Lichtgleichung *Personliche Gleichung* IIIa 381, Anwendung von Gitterblenden IIIa 381, *Steinmetzologie und Steinmetzen* IIIb 471
- Lichtjahr *Unverstimm* IV 94 95
- Lichtstärke *Fermoli* I 732
- Limbus *Allhidade* I 196
- Linsen *Fermoli* I 713, Bestimmung ihrer Brennpunkte und Hauptpunkte I 714, Sammel- und Zerstreuungslinse I 714, die Biconvex- und Planconvexlinse I 714; die Biconcav- und Planconvexlinse I 715, die Convexconcavlinse oder Meniscus I 715, Öffnungswinkel und Öffnungsradius I 716, Helligkeit, Vergrößerung, Güte des Gesichtsfeldes, Leistung eines Systems I 716, Brechung durch zwei Linsen I 716, optischer Mittelpunkt I 717, die sphärische Aberation I 721, das aplanatische Linsensystem I 721, die numerische Apertur I 721, die chromatische Aberation oder Farbenleistung I 723, das secundäre Spectrum I 724; Connection der sphärischen und chromatischen Aberation I 724, die Gauss'sche Bedingung I 724, Berechnung der Länge des secundären Spectrum auf der Axe I 726, das totale Spectrum I 727, Fehler der Objective und Oculare I 727 ff., Continua und Linien der Linsen I 734, s. auch *Fermoli*, Objectiv, Ocular
- Locus fictus *Bahnbestimmung* I 465 467 468 501
- Lothbleitung durch Anziehung von Sonne und Mond *Horizontalfundel* II 31 36 37.
- Lovosis *Finkling* I 46
- Lupus, der Wolf *Steinbild* IIIb 321, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 321; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 321, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 322, der veränderlichen Sterne IIIb 322 453, der farbigen Sterne IIIb 323, Precessions-tabelle IIIb 323
- Lynx, der Luchs *Steinbild* IIIb 323; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 323, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 323, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 325, der veränderlichen Sterne IIIb 326 453, der farbigen Sterne IIIb 326, Precessions-tabelle IIIb 326
- Lysa, die Leyer *Steinbild* IIIb 327; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 327, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 327, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 329, der veränderlichen Sterne IIIb 329 454, der farbigen Sterne IIIb 329, Precessions-tabelle IIIb 330
- Lyriden *Kometen und Meteor* II 184.
- Lyritypus s. Veränderliche Sterne

## M

- Mare *Mond* IIIa 246
- Mars *Planeten* IIIa 384 398, Irradiation IIIa 385, seine Helligkeit und Albedo IIIa 387 388, *Astrophotometrie* I 338 340, Güte, der Rectegradation *Planeten* IIIa 399, sein Durchmesser, Abplattung und Masse IIIa 399, Flecken IIIa 399 ff., die Polar-

flecke und ihre veränderliche Ausdehnung III 400; die Rotation III 400, die Farbe der Flecke und der Oberfläche III 400, Darstellungen der Marsoberfläche, Bezeichnung der Gebilde III 402, Verzeichniss der hauptsächlichsten Regionen III 402 *Anm* II, spectroscopische Beobachtung III 405 412, *Astrospectroscopie* I 406, die Kanäle Planeten III 405, ihre Verdoppelung III 407, Abhängigkeit derselben von der Lage der Marsoberfläche die Erde III 410, versuchte Erklärungen III 410, die Atmosphäre III 412, Veränderungen auf der Oberfläche III 413, die Satelliten III 413, frühere über unberechtigte Vermuthungen ihrer Existenz III 413, vergebliche Nachforschungen durch d'Arrest, ihre Entdeckung durch A. Hall III 413, ihre Umlaufzeiten, Entfernungen, Durchmesser III 413, ihre Helligkeit *Astrophotometrie* I 342

Mikrometrische Messungen auf seiner Oberfläche *Mikrometrie* III 171, Berücksichtigung der Phase III 169, Beobachtung der Schneeflecke, Bestimmung der Lage seiner Axe, verschiedene Methoden III 175, Durchmesserbestimmungen mit Arrigo's Doppelbildmikrometer III 222, Finsternisse seiner Satelliten *Pustasusse* I 835

Verwendung der Marsoppositionen zur Bestimmung der Sonnenparallaxe *Parallaxe* III 327, die kleinste Entfernung von der Erde III 327, Aufstellung der Gleichungen und ihre Anwendung auf Rectensions- und Deklinationsdifferenzen an einem Beobachtungsort III 328 f., Beobachtung von Positionswinkel und Distanz mit dem Helometer III 329 f., durch Beobachtung von Deklinationsdifferenzen im Meridiankreis an zwei Stationen III 332, Anwendung der Methode III 332, die mittlere tägliche siderische Bewegung *Mechanismus des Himmels* II 402, Beziehung derselben zu der der Erde und Venus II 402, Störungen des Mars durch Jupiter *Einleitung* I 145

Maass der Genauigkeit oder Präcision *Methode der kleinsten Quadrate* III 33

Markedonius *Chronologie* I 613

Masse *Mechanismus des Himmels* II 279, der Planeten *Planeten* III 385 386, der Kometen, *Kometen und Asteroiden* II 100

Mauskreis *Quadrant* III b 31

Mauerquadrant *Quadrant* III b 30

Mechanismus des Himmels II 278, Allgemeine Begriffe, Kraft, Masse, Dichte II 278 279, Gesetz der Trägheit, der Gleichheit von Wirkung und Gegenwirkung, Bewegungs-, Geschwindigkeits-, Kräfteparallelogramm II 279, Translations- und Rotationserscheinungen II 280; Orthogonale Transformation II 280

Die Translationsbewegungen II 284 ff., Kräftefunction, das Princip der Erhaltung der Bewegung des Schwerpunktes, das der Flächen, der Erhaltung der lebendigen

Kraft, das Hamilton'sche Princip II 284 ff., die Bewegungsgleichungen II 290, die Bewegung in Kegelschnittlinien II 299, die Variation der Elemente und Einführung der störenden Kräfte II 319, die Bezeichnung der speciellen Störungen II 330, in rechtwinkligen Coordinaten II 330, in polaren Coordinaten II 343, die Variation der Elemente II 360, die Berechnung der allgemeinen Störungen II 366, Vorbemerkungen und Entwicklung der störenden Kräfte II 366, Entwicklung der Störungsfunktion für Planetenbewegung II 379, Seculärstörungen in den Elementen II 390, Störungen in polaren Coordinaten II 405, Hansen's Methode der Störungsrechnung ideale Coordinaten II 415, Oppolzer's Methode, Proportionalcoordinaten II 431, Theorie der Satellitenbewegung II 436, Seculäracceleration des Mondes II 454, Anomale Bewegung des Pericentrums, der siebente Saturnmond II 464, die Jupiter's satelliten II 468, Störungen in der Bewegung der Kometen II 476, anomale Bewegungserscheinungen, Widerstände II 484, Gylden'sche Methode, absolute, intermediäre Bahnen II 493, die intermediäre Bahn des Mondes II 501 S auch über die Translationsbewegungen das ausführlichere Register unter Störungen

Die Rotationsbewegung II 523, das Potential II 523, die Dichte II 524, Niveaurischen oder aquipotenzielle Flächen II 525, das Potential einer Kugel II 526, das Potential eines Ellipsoids auf einen inneren Punkt II 528, auf einen äusseren Punkt II 535, wenn die Dichte nicht constant angenommen werden kann II 538, Potential eines Massencomplexes auf einen sehr entfernten Punkt II 539, die Laplace-Poisson'sche Gleichung II 541, Kugelfunctionen II 544; Attraction von Sphäroiden II 544, Definition des Sphäroids II 544, Figur einer flüssigen rotirenden Masse II 547, die Gleichgewichtsfigur einer Kugel bezw. ein Umdrehungsellipsoid II 547, das Verhältniss der Fliehkraft zur Schwerkraft, die Abplattung II 550, die Abplattung der Erde berechnet aus Rotationsdauer, Länge der Rotationsaxe und des Secundenpendels am Aequator II 550, Abweichung von der Beobachtung zeigt die Unhomogenität II 550, dieselben Angaben für Sonne, Jupiter und Saturn II 551, das Jacobi'sche Ellipsoid II 551, es giebt unendlich viele Gleichgewichtsfiguren, aber nicht alle sind stabil, Poincaré's Stabilitätscoefficienten II 551, Gleichgewicht von sphäroidisch geschichteten Körpern unter Berücksichtigung ausserer Kräfte II 552, die Oberfläche des Sphäroids II 553, das Clairaut'sche Theorem II 555, die innere Lage II 555, Figur der Satelliten II 561, der Satellit nahe im Aequator des Hauptplaneten II 561, die Gestalt des Saturnrings 552, Untersuchungen von La-

place, S Kowalewsky, Maxwell, Stieglitz II 563, Keeler's Nachweis verschiedener Rotationsgeschwindigkeiten bei verschiedenen Punkten des Ringes II 563, die Differentialgleichungen der Rotationsbewegung II 563, die Eulersche Gleichung II 565, die momentane oder instantane Rotationsaxe, die Pole II 565 571, die Richtung der Rotationsaxe II 565, die Rotationsgeschwindigkeit II 566, Abstand eines Punktes von der Rotationsaxe, die Winkelgeschwindigkeit II 566, die Bewegung des Körpers im Raume II 566, Wahl einer festen Ekliptik zur Fundamentalebene, Trägheitsaquator und Schiefe desselben II 567, die Bewegung der Rotationsaxe im Raume II 568, die Trägheitsaxe und ihre Abweichung von der Rotationsaxe II 568 571, Integration der Differentialgleichungen für den Fall, dass keine äusseren Kräfte wirken II 570, die Rotationsaxe beschreibt um die Trägheitsaxe des grosssten Moments einen Kegel II 572, Bestimmung des Öffnungswinkels und der Umlaufzeit für die Erde II 572, die Werthe von Peters, Nylen und Downing II 573, die Änderungen der Polhöhe II 573, die störenden Kräfte II 573, die Bewegung des Erdkörpers II 577, die Bewegungen der Rotationsaxe der Erde II 581, Precession und Nutation II 584, die Wirkung des Mondes II 584, die feste Ekliptik und die wahre in Folge der Anziehung der Erde durch die Planeten veränderliche Ekliptik II 584, die Precession durch die Planeten II 586, die Winkung der Sonne II 588, die numerischen Werthe II 588, die Precession, die Nutation in Länge, die Nutation in Schiefe II 591, die Constante der allgemeinen Precession und die Constante der Nutation II 592, ihre numerische Bestimmung und Aufstellung des Gesamtausdrucks für die Lunisolarprecession, der Mond und Sonnenrotation II 593, Änderungen der Hauptträgheitsachsen in Folge der nicht absoluten Starrheit des Erdkörpers und der Massenverschiebungen auf ihr II 593, drei verschiedene Fälle II 595, Berechnung des Einflusses einer gegebenen Massenverschiebung auf die Lage des Trägheitspols II 599, wenn eine Verschiebung im Radiusvector stattfindet II 599, wenn eine Verschiebung auf der Oberfläche in der Richtung des Meridians stattfindet II 600, wenn sie auf dem Parallel stattfindet II 600, Einfluss der Ebbe und Fluth auf die Rotationsaxe II 601, der Massenversetzungen durch die Flüsse, durch Vereisung und Abschmelzen des Eises in den Jahreszeiten und entgegengesetzten Hemisphären II 601, die Polhödenschwankungen II 604, die Librationen des Mondes II 606, die physische Libration II 609, die Libration in Knoten und Neigung II 609, numerische Werthe II 613, Berechnung der geocentrischen Coordinaten eines Mondkraters II 614

Mechanische Quadratur II 618, Aufgabe derselben II 618, mechanische Differentiation, erster und zweiter Differentialquotient II 618 619, Hülfssätze dazu II 632, die summirten Reihen II 622, Beispiel II 636, Methode der Bestimmung der Coefficienten von Reihen durch mechanische Quadratur II 638

Mediceische Sterne, die Jupitersatelliten *Einleitung* I 75

Messur, der Tafelberg *Steinbuckel* III b 330, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne III b 330, Verzeichniss der Doppelsterne III b 330, der Nebelflecke und Sternhaufen III b 331, Precessionstabelle III b 331

Meridian *Einleitung* I 2, *Coordinaten* I 655, Bestimmung der Richtung des Meridians *Azimuthbestimmung* I 435, durch Beobachtung der grössten Höhe eines Sterns I 435, durch correspondirende Höhen I 436, Einfluss der eigenen Bewegung I 436, durch Beobachtung von Azimuth und Zeit I 436, günstigste Bedingungen I 437, durch Beobachtung des Polarsterns I 437, Berechnung durch Reihenentwicklungen I 438

Der Anfangs- und Normalmeridian *Langenbestimmung* II 248, *Zit* IV 133

Der Haupt oder Normalmeridian *Ob* IIIa 310f

Meridiankreise IIIa 1, Beschreibung IIIa 1, Beobachtungen mit demselben IIIa 4, als Durchgangsinstrument IIIa 4, seine Berichtigung, Horizontalstellung der Axe, Einstellung in den Meridian IIIa 4, Azimuth, Neigung, Collimationsfehler IIIa 5, Formeln für die Correctionen IIIa 6, wenn die Instrumentalfehler klein sind IIIa 6, Mayer'sche Formel IIIa 6, für polnahe Sterne für obere und untere Culmination IIIa 7, Bessel'sche Formel IIIa 7, Hansen'sche Formel IIIa 8, Reduction auf den Mittelfaden IIIa 8, Einfluss der Refraction auf die Fadendistanzen IIIa 9 10, Bestimmung der Fadendistanzen IIIa 10, Berücksichtigung der Längenbewegung und Halbmesser IIIa 10, der Parallaxe der Gekürte IIIa 11, Bestimmung der Instrumentalfehler IIIa 12 24, der Zeit IIIa 12, Beispiel IIIa 14, Prüfung der Berichtigung durch Miren IIIa 15, Einrichtung künstlicher Miren IIIa 16, Bestimmung der Rectascension bei bekanntem Umstand IIIa 17

Beobachtungen am Kreis IIIa 17, absolute Bestimmungen IIIa 17 19 20, relative IIIa 17, directe und reflectirte IIIa 18, Einfluss der Refraction auf die Zenithdistanzen IIIa 18, Beobachtungen von Circumpolarsternen IIIa 19, Bestimmung der Polhöhe, der Deklination der Sonne und Sterne, der Schiefe der Ekliptik, der Lage des Frühlingspunkts IIIa 18, Beobachtungen in der Nähe der Solstizien und Aequinoctien IIIa 20, Ermittlung des Pol- oder Aequa

- torpunkts am Kiege und Steinen IIIa 21, Berücksichtigung der Kimmung des Parallax und der Neigung des Horizontalfadens IIIa 21f, des Nullpunkts durch Einstellung auf Collimator und Nadel IIIa 24, des Nidungsfadens und der Querschnittshorizont IIIa 18 24, Einstellungen wenn das Gestein eine Scherbe zeigt IIIa 25, Berücksichtigung der Parallaxe IIIa 25, Reduction auf die gleiche Epoche mit der Recteension, wenn das Gestein eigene Bewegung hat IIIa 26, Beobachtungen in Deklination zur Parallaxenbestimmung *Parallaxe* IIIa 332
- Meridiantischen oder Meren *Meridianen*** IIIa 15, Einrichtung künstlicher IIIa 16
- Merkur *Phaenon*** IIIa 389, seine Flongation und Retrogradation IIIa 389, Durchmesser, Masse IIIa 389, seine Helligkeit *Astrophotometrie* I 337, seine Albedo I 340, sein Spectrum *Astrophysikologie* I 406, seine Oberflächenbeschaffenheit, seine Phasen und Flecke *Phaenon* IIIa 390, die Rotationszeit und Lage der Rotationsaxe IIIa 391 392, seine Farbe IIIa 392, die Secularbewegung seines Perihels IIIa 432 434, *Mechanik des Himmels* II 396, Birkhingsversuche in Annahme der nicht momentan sich fortfließenden Schwerkraft II 458 oder einer Modification des Anziehungsgesetzes II 480, oder Fixsterne/intermerkurier Planeten *Planetis* IIIa 431, oder bestimmter Annahme über die Sonnenrotation *Sonne* IIIb 81, die mittlere tägliche siderische Bewegung *Mechanik des Himmels* II 402, ihre Beziehung zu der der Venus II 402
- Die Vorübergänge vor der Sonne *Finsterisse* I 818, Bedingungen für die Finsterisse I 818, Periode der Durchgänge I 819, genaue Voraussichtung I 822, Beispiel, Berechnung des Durchganges 1907 Nov 13, 14 I 831, zum ersten Mal von Kepler vorausgesagt *Finsterung* I 971 zur Bestimmung der Sonnenparallaxe nicht geeignet *Parallaxe* IIIa 327, die kleinste Entfernung des Merkur von der Erde IIIa 327
- Meteore und Meteoriten *Kometen und Meteore*** II 49, ihr Zusammenhang mit Kometen und Sternschnuppen II 51 112, Zusammenhang mit Meteoriteinfällen II 104, Größe der Meteoritassen II 104, Sternregen II 105, Staubfälle II 106, Eintheilung in Sidrite und Asidrite nebst den Untertheilungen II 109, s. auch Sternschnuppen
- Bestimmung der Meteorbahnen II 191, stellarer Ursprung der Meteore II 201, stationäre Radianten II 201, Berechnung der Bahnelemente II 202 — Eintheilung I 161
- Meteoroskop *Kometen und Meteore*** II 146
- Meteorische s. Sternschnuppen**
- Meteorstaub *Kometen und Meteore*** II 154
- Meton'scher Cyclus *Einleitung*** I 7, *Chronologie* I 598
- Methode der kleinsten Quadrate IIIa 26, systematische Fehler IIIa 26 zufällige Beobachtungsfehler IIIa 27, wahrscheinlicher Werth, mathematische Wahrscheinlichkeit, mathematische Gewissheit IIIa 27, das arithmetische Mittel IIIa 28, Fehlergrenze IIIa 30, das geometrische Mittel IIIa 32, Fehlergesetze IIIa 30ff, der Maass der Precision IIIa 33, der wahrscheinliche Fehler IIIa 34, der durchschnittliche Fehler IIIa 35, der mittlere Fehler IIIa 36, die übergleichenden Fehler IIIa 36, das Gewicht der Beobachtungen IIIa 37, Name der Methode der kleinsten Quadrate IIIa 37, Beziehung zwischen wahrscheinlichem, durchschnittlichem, mittlerem Fehler und Gewicht IIIa 37 38, Beispiel für die Gewichtsbestimmung verschiedener Beobachtungen rühen IIIa 40, mittleren Fehler der Summen, Differenzen, Producte IIIa 40, Ermittlung der wahrscheinlichsten Werthe mehrerer von einander unabhängiger Grossen aus beobachteten Werthen von Functionen derselben IIIa 42, die zu behandelnden Gleichungen müssen linear sein IIIa 42, Reduction der Gleichungen auf die Gewichtseinheit IIIa 43, Bedingungengleichungen und Normalgleichungen IIIa 44, Bemerkungen zur praktischen Behandlung der Gleichungen IIIa 44, Auflösung der Normalgleichungen IIIa 45, Rechnungsschema IIIa 48, Auflösung durch Determinanten oder nach Gauss'scher Methode IIIa 46 49, Eliminationsgleichungen IIIa 49, mittlerer Fehler der Unbekannten IIIa 50, Ausgleichung unter Darstellung der Unbekannten als Functionen einer oder mehrerer, die sich unsicher bestimmen IIIa 54, Beispiel IIIa 55, Normalorte IIIa 56, Ermittlung der wahrscheinlichsten Werthe, wenn zwischen den Unbekannten Bedingungengleichungen bestehen IIIa 58, Beispiel IIIa 62
- Microscopium, Mikroskop *Sarabidei*** IIIb 332, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 332, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 332, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 332, der veränderlichen Sterne IIIb 333 454 455, Precessionstabelle IIIb 333
- Mikrometri und Mikromettermessungen** IIIa 64, Anwendung derselben IIIa 64, allgemeine Bemerkungen über verschiedene Arten IIIa 64, A. Netze Lamellen Kreis-mikrometer IIIa 65, Fadennetz und Glasgitter v. Malvasia, T. Mayer, Brandes IIIa 65, Cassini's Netz IIIa 65, Bradley's Rute und die Rutenformen von Flaugergues, da Rocca IIIa 67 68, Burkhardt's Quadrat und das Zetanetz von Valz IIIa 68, Lampennetz-mikrometer von Fraunhofer IIIa 69, Netze von Lacaille IIIa 70, ihre Orientierung und Verbindung mit parallactischen Fernrohren IIIa 70, mit Meridianinstrumenten IIIa 70, Untersuchungen über die Genauigkeit alter Netze IIIa 70,

Kreis- und Ringmikrometer III 70  
 Lampenkreismikrometer von Fraunhofer III 90, Positionsmikrometer von Kobold III 91, Differenzmikrometer von Boguslawski IIIa 92, Linse unter 45° von Vogel III 93, Kreuzstabmikrometer, Cross reticule IIIa 100, Quadratisches, squarbar-, Mikrometer III 104, Vergleichen des Kreis- und Ringmikrometer mit den Lamellenmikrometern IIIa 108

B Schraubenmikrometer IIIa 110, alte Constructionen IIIa 111, des Parallelwires und Crosshair Mikrometer von W Herschel III 112, Mikrometer von Lalande IIIa 113, Lampenmikrometer von W Herschel und J H Schröter III 114 die neueren Faden und Positionsmikrometer III 114, Repsold's Balkenmikrometer IIIa 132, Clark's Mikrometer für grosse Distanzen IIIa 133, Duplexmikrometer von Grubb IIIa 133, Deklinograph von Knowle IIIa 134, Lichtbildmikrometer verschiedener Constructionen IIIa 137, Messungen mit dem Fadenmikrometer III 140, Messung von Rectascensions und Deklinationendifferenzen bei ruhendem Fernrohr III 148, bei gehendem Uhrwerk IIIa 152, Bestimmung des relativen Orts nach Positionswinkel und Distanz IIIa 153, Einfluss der Gattung des Lichtes IIIa 162, systematische Beobachtungsfehler bei Doppelsternmessungen IIIa 163, Beobachtungen der Satelliten III 166, Bestimmung der fortschreitenden und periodischen Fehler einer Schraube IIIa 175, Bestimmung des Winkelwerthes der Schraube III 190

C Doppelbildmikrometer III 197, einleitende Bemerkungen, Einführung des Princips der Doppelbilder IIIa 198, Doppelbildmikrometer von Amici IIIa 199, von Aury IIIa 203, Prismen und Ocularprismenmikrometer von Maskelyne und Steinheil IIIa 215, Mikrometer von Clausen und Rochon IIIa 218, Asiago's Mikrometer mit veränderlicher Vergrößerung III 221, mit constanter Vergrößerung III 222, Mikrometer von Dollond IIIa 223, von Wellmann IIIa 224, Doppelbildmikrometer von Bigourdan IIIa 236

D Interferenzmikrometer von Michelson und Schwarzschild IIIa 237

Verbesserung der Mikrometermessungen für Präcession, Nutation und Aberration III 239, Unterschiede in Rectascension und Deklination IIIa 239, in Positionswinkel und Distanz IIIa 241

S auch die ausführlicheren Register über die einzelnen Mikrometer, insbesondere Differenzen-Doppelbild-Kreis-Schraubenmikrometer

Mikrometerschraube s Schraube

Mikroskop s Ablesemikroskop

Milchstrasse v Galilei als Sternanhaufung erklärt *Einleitung* I 76, *Umwelt* IV 57 ff 65, Gestalt des Milchstrassenhaufens nach

Herschel IV 61, ihre Constitution IV 61, Beschreibung ihres Verlaufs IV 65, Ort ihres Pols IV 66, die grosse Trennung in der Milchstrasse IV 67, ihre Breite IV 68, ihre Structur IV 68, verschiedene Darstellungen derselben IV 68 ff, dunkle Stellen in ihr IV 70, helle Nebelbänder IV 70; photographische Aufnahmen IV 71, der Milchstrassensummei durch schwache Sterne 15 Grösse hervorgerufen IV 71, zweifache Fundamentalebene IV 83 f, Grenzen d Milchstrasse IV 95; sie bildet keine Symmetrieebene für die Sterne, die heller als 4 Grösse sind IV 97, die helleren Sterne werden nicht gegen die Milchstrasse hin dichter IV 98, Ueberwiegen der Sterne des ersten Vogel'schen Typus in der Milchstrasse IV 103, Vorherrschen der Wolf-Rayet'schen Sterne IV 110, der neuen Sterne IV 111, Abnahme der Nebelflecke IV 111 ff, Zunahme der Sternhaufen und planetarischen Nebel IV 112 ff, die Nebel gehören grösstentheils zu ihr IV 116, Ursachen des Milchstrassenschwimmens IV 117, sie ist vielleicht ein Spiralnebel IV 121, ihr Centrum liegt vermutlich im Cygnus IV 121 — *Kosmogonie* II 32 — *Eigenbewegung d. Sonnensystems* IIIb 103, s auch Fixsterne, Sternvertheilung

Mimas s Planeten, Saturn IIIa 428

Mira Ceti entdeckt v D. Fabricius *Imleitung* I 76, s Veränderliche Sterne

Mira'sterne s Veränderliche Sterne

Mire s Meridiane

Mittagslinie s Meridian

Mittagsrohr s Passageninstrument im Meridian und Meridiankreis

Mittagsverbesserung *Zeit* IV 156

Mittel, das arithmetische *Methode der klimatischen Quantitate* IIIa 28, das geometrische IIIa 32

Mittelpunkt, optischer *Formeln* I 717.

Mittelpunktsgleichung *Bahnbestimmung* I 457, *Einleitung* I 27 62, beim Mond nach Ptolemaeus I 36, nach Copernicus I 62, *Mechanik des Himmels* II 440.

Mitternachtverbesserung *Zeit* IV 157

Mittlere Elemente *Einleitung* I 177; nach Hansen's Definition I 140, *Mechanik des Himmels* II 430

Mittlere tägliche Bewegung *Bahnbestimmung* I 457 497 502, *Mechanik des Himmels* II 306

Monat, seine Länge bei den Chaldäern, Griechen *Einleitung* I 7 8, bestimmt durch Hipparch I 27, d sidonische, synodische, draconische und anomalistische I 7 8, *Chronologia* I 597 605, in d Chronologie der Chinesen und Japaner I 605; der Inder, die Namen und Längen I 607, der Aegypter, die Namen I 609; die Assyrer und Namen der Monate in Vorderasien I 611 612, die Längen und Namen bei den Griechen I 612 613, im römischen und christlichen Kalender I 613; im jüdischen Kalender I 620 621, im tür-

kischen I 623; im Kalender d. französischen Republik I 623

Mond, die Unheiten der Oberfläche entdeckt von Galilei, *Entstehung* I 75, seine Rotationzeit gleich der Revolutionszeit I 75, Hevel und seine Selenographie I 97, die Libration I 75, *Mond* IIIa 45, in Länge und Breite, optische und physikalische, die Cassinischen Gesetze *Entstehung* I 120, Untersuchungen von Euler und Lagrange I 141, Anschwellung gegen die Erde I 141, Bestimmung der Masse I 145, neuere Annahmen über Masse, Dichte, Abplattung, Lage des Schwerpunkts *Mond* IIIa 245, Durchmesser, Volumen, Oberfläche IIIa 245, Mondkarten IIIa 246 ff

Photographische Aufnahmen, *Astro photographie* I 222, Aufnahmen im Brennpunkt des Fernrohrs I 222, Vortheil der Feinrohre mit grossen Oeffnungen und grosser Brennweite I 222, Vorzug eines Spiegelteleskops mit grossem Brennweitenverhältniss I 223, Entwicklung d. Platten I 224, des Photographiren des Mondspectrums I 247, das Spectrum selbst *Astrospectivokopie* I 406, die Helligkeit nach photometrischen Messungen *Astrophotometrie* I 341, seine Albedo I 342

Die verschiedenen Objecte auf der Oberfläche, die Erde *Mond* IIIa 246 ff, die Ausdehnung derselben IIIa 248, die Gebirge IIIa 246, verschiedene Formen IIIa 248, charakteristische Resultate aus den Messungen der Ringgebirge IIIa 286, Messungen auf der Oberfläche IIIa 247, Schattenlänge der Erhebungen IIIa 249, die Berghöhen IIIa 281, aus Messung der Seichtenlänge IIIa 283 ff, die Palus, Lacus, Sinus IIIa 248, die Rillen IIIa 273, Strahlensysteme IIIa 274, Veränderungen auf der Oberfläche IIIa 247 277, die Mondphasen IIIa 250, *Chronologu* I 597, Tafel zur Berechnung I 598, Bestimmung der Grösse der Phase, *Mond* IIIa 282, das schwebende Licht IIIa 250, seine wechselnde Helligkeit IIIa 250, die Lage d. Rotationsaxe IIIa 251, die Verschiedenheit der Hemisphären IIIa 251, Verschiedenheit der Intensität der Färbung IIIa 273, die Atmosphäre des Mondes IIIa 280, Beschreibung der Mondoberfläche und ihrer hauptsächlichsten Objecte im einzelnen IIIa 251 ff

Die früheren Anschauungen über seine Bahn *Entstehung* I 6, Lage und Bewegung der Knoten, der Apsiden, Neigung der Bahn I 7 8, die verschiedenen Umlaufzeiten I 7 8, die Theorie des Eudoxus I 15, des Calippus I 15, die Bestimmung der Entfernung bei Eratosthenes und Anaxarch I 18; die Theorie des Hipparch I 27 ff, die Prosthaphärese I 29, die Entfernung des Mondes I 30, Ptolemaus I 34 ff, die Mittelpunktsgleichung und Evection I 36, Beobachtung der Finsternisse I 35, Bestimmung der Grösse und

Entfernung I 48, dieselbe nach Capella I 48, bei den Arabern I 49, die Theorie bei Copernicus I 62, bei Tycho Brahe I 68, die Entdeckung der Variation und jährlichen Gleichung I 68, die Entfernung und die Elemente der Mondbahn I 71, die Theorie des Longomontanus I 73, Kepler I 92, die Evection, der Mittelpunktsgleichung und Variation bei ihm I 92, die Zeitgleichung für die jährliche Gleichung I 92, die Mondtheorie bei Newton I 103, Erklärung der Bewegung der Knotenlinie und der Apsiden, der verschiedenen Ungleichheiten, der Evection, der Variation, der jährlichen Gleichung, der Breitenstörung I 103 ff 108 ff, das Newton'sche Gesetz reicht anscheinend nicht aus, Arbeiten über die Mondtheorie von Clairaut, d'Alcambert, Euler und A I 121 ff, die Beschleunigung der mittleren taglichen Bewegung durch Halley entdeckt I 118, Arbeiten von T. Mayer und seine Mondtafeln I 119, Untersuchungen von Laplace, Lagrange, Euler I 139 140

Neuere Untersuchungen, die Secularacceleration *Mechanik des Himmels* II 398 449, die Theorie seiner Bewegung II 436, die Störung durch die Sonne II 436, Mittelpunktsgleichung, Evection, Variation, parallactische Ungleichheit und jährliche Gleichung II 440, die Aequatorale Horizontalparallaxe II 443, Bestimmung nach Hansen II 444, Secularvariation in Knoten und Perigäum II 450, andere Entwicklungen der periodischen Störungen II 451, numerische Werthe der Secularacceleration II 454, die historischen Finsternisse II 455, Ursachen der Abweichungen II 456, Bestimmung der Ungleichheiten aus Beobachtungen II 458, Störung der Bewegung durch die Planeten II 459, Einfluss der Secularveränderung der Ekliptik auf die Lage der Mondbahn II 460; Störungen die aus der Abweichung der Erde von der Kugelgestalt entstehen II 460, Gylden's intermediäre Bahn II 494 501 ff, die Abplattung des Mondes II 562, seine Masse II 592, die Librationen II 577 604 ff 615, s. auch unter Mechanik des Himmels und Störungen die ausführlicheren Register

Die Elemente der Bahn, ihre Veränderungen, und die Umlaufzeiten *Mond* IIIa 245

Mondcoordinaten *Mechanik des Himmels* II 460, Bestimmung der Correctionen derselben, beruht auf der Elemente der Bahn aus beobachteten Positionswinkeln und Distanz II 463, *Finsternisse* I 814 f, Benützung der Finsternissbeobachtungen I 799 813 f 816 f

Mondocyclos *Entstehung* I 7, *Chronologu* I 598 618

Mondstanzanzen *Entstehung* I 74, *Längenbestimmung* II 273, Aufstellung der Grundformeln II 274, Umformung der Ausdrucke II 275, das Reductionsverfahren



von Bremiker II 275, Einfluss der Parallaxe II 276, der Refraction II 276, des Halbmessers II 277, die Verkleinerung des Verticaldurchmessers durch die Refraction II 277, Einfluss der Abplattung der Erde II 278

**Mondfinsternisse** *Chronologie* I 599, *Finsternisse* I 749, Bedingungen des Eintritts desselben I 751, Vorausberechnung I 751, Ausdrücke für Anfang und Ende der Finsternisse überhaupt, Anfang und Ende der todtlen vom Halbschatten bewirkten, erste und letzte Berührung mit dem Kernschatten, Anfang und Ende der todtlen vom Kernschatten bewirkten Finsternisse I 752, Zeit für die Mitte der Finsternisse I 752, Grösse der Finsternisse I 753, Berechnung des Positionswinkels der Berührungsstelle I 753, Berechnung mit Oppolzer's Syzygienscheitel I 753, ihre Bedeutung I 757

Die früheren Beobachtungen zur Bestimmung der Mondbahn durch Hipparch *Einleitung* I 28, durch Ptolemäus I 35 ff I 47, durch Albategnius I 50 f, bei Copernicus I 63, zur Bestimmung der geographischen Länge bei Ptolemäus I 33, bei Longomontanus I 74

**Mondgleichung** *Chronologie* I 618

**Mondjahr** *Chronologie* I 605

**Mondparallaxe**, erste Bestimmung aus Mondfinsternissen von Hipparch *Parallaxe* IIIa 319, durch Mondhohen von Ptolemäus *Einleitung* I 46, durch Ptolemäus, Tycho, Kepler *Parallaxe* IIIa 320 321, aus der Länge des Mondes von Kepler IIIa 321, aus Sternbedeckungen IIIa 321, die Plejadenbedeckungen IIIa 322, Abhängigkeit von der Fehlen der Mondtheorien IIIa 322, durch Beobachtungen von Längen an zwei Stationen auf gleicher Breite IIIa 322, durch beobachtete Zenithdistanzen auf gleichem Meridian und nördlicher und südlicher Breite IIIa 322, die Formeln dafür IIIa 322, Einfluss der Abplattung der Erde IIIa 323, Bestimmung aus der Mondtheorie, Hansen's Mondtafel IIIa 325, Newcomb's Weith IIIa 326 — *Mechanik des Himmels* II 443

**Mondperiode**, Saros *Einleitung* I 8, *Chronologie* I 600

**Mondtische Längenbestimmung** II 268 272

**Mondtafel** *Einleitung* I 30, *Finsternisse* I 753 813 816 ff

**Mondzelle** *Chronologie* I 599 600

**Monoceros**, das Einhorn *Sternbilder* IIIb 333, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 333, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 333, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 336, der veränderlichen Sterne IIIb 337 453, der farbigen Sterne IIIb 337, Progressionstabelle IIIb 337 338

**Morgenweite**, s. **Abendweite**

**Motus parallacticus**, peculiaris, proprius *Lugendbewegung des Sonnensystems* IIIb 93

**Multiplicationstheorie** IIIa 288

**Multiplicationstheodolith** *Multiplicationstheodolith* IIIa 288

**Musei**, die Fliege *Sternbilder* IIIb 338, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 338, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 338, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 338, der veränderlichen Sterne IIIb 339, Progressionstabelle IIIb 339

## N

**Nachtbogen** *Einleitung* I 2, *Aufgang* I 430

**Nadir** *Coordinationen* I 655, Bestimmung des Nadirpunkts am Meridiankreis *Meridiankreis* IIIa 3 18 24, *Biegung* I 576

**Nadirihorizont**, Quecksilberhorizont *Meridiankreis* IIIa 18 24

**Nebelflecke** *Sternhaufen und Nebelflecke* IIIb 524, erste Entdeckung von Messier Huyghens, Hevel, Lacaille IIIb 524, das Messier'sche Verzeichniss IIIb 524, die Beobachtungen von W und J Herschel IIIb 525, die Cataloge von Dreyer IIIb 525, die Eintheilung von W Herschel IIIb 525, die Spiralnebel IIIb 526 (s. auch unten), die photographischen Aufnahmen IIIb 528, *Astronomie photographie* I 237, die Spectra *Astronomie photographie* I 422, die Ortsbestimmungen mit dem Mikromometer *Mikrometer* IIIa 71, mit dem Fadenmikrometer nach Positionswinkel und Distanz IIIa 158, Bemerkungen darüber IIIa 158, starke persönliche Unterschiede bei den Ortsbestimmungen u. Zeichnungen *Sternhaufen und Nebelflecke* IIIb 526, Anschauungen über das Wesen der Nebelflecke nach Kant, Lambert *Universum* IV 59 70 71, *Kosmogonie* II 231 232, Entstehung der verschiedenen Formen II 232 233; ihre Vertheilung *Universum* IV 111 ff, Abnahme gegen die Milchstrasse hin IV 112 ff. Nebelcenten und Anhäufungen IV 112, Sternhaufen in geringen galaktischen Breiten IV 112 113, die verschiedenen Classen nach Abbe IV 112, Bruschinger IV 113, Stratonoff IV 114, graphische Darstellung über die Vertheilung IV 113, planetarische Nebel liegen wie die Sternhaufen vorzugsweise in der Milchstrasse IV 114, nach Stratonoff sind die globularen Sternhaufen anders, in ihrer Vertheilung ganz zufällig IV 116, die Nebel gehören gröstentheils zum Milchstrassensystem IV 116, ihre Helligkeit und Grösse IV 117, Nebel und Sterne als zusammengehörige Systeme IV 121, die Spiralnebel IV 121 122, massenhafte Entdeckungen neuer Nebel durch Koelliker mittelst Photographie IV 123, dieselben vorzugsweise Spiralnebel IV 123, circule Lage der Zugehörigkeit zur Milchstrasse IV 123, s. auch Sternhaufen, *Universum*

Verzeichniss der Nebelflecke und Sternhaufen in d. einzelnen Sternbildern s. *letztere*.

Neigung der Bahn *Einleitung* I 114, *Bahnbestimmung* I 463, *Mechanik des Himmels* II 370, s. auch *Bahnelemente* — *Kosmogonie* II 241, der Rotationen II 242  
 — der Ekliptik s. Ekliptik, Schiefe derselben  
 — des Instrumentalniveaus *Niveau* III 289, *Aequatorial* I 181, *Meridiankreis* III 25, *Univerſalmoment* IV 42, ihre Bestimmung durchs Niveau, *Niveau* III 293 ff, *Aequatorial* I 185 186, *Altimantia* I 203, *Meridiankreis* III 12, *Univerſalmoment* IV 44, durch Einstellung aufs Nadir *Meridiankreis* III 24

Neptun, seine Entdeckung *Einleitung* I 159, *Planeten* III 430, frühere Beobachtungen III 431, Durchmesser, Masse, Abplattung, Flecke, Rotation III 431, seine Helligkeit III 387 430, seine Albedo III 388, *Astrophotometrie* I 339 340, sein Spectrum *Astrophotometrie* I 408, der Satellit des Neptun *Planeten* III 431, Neigung seiner Bahn und sein Durchmesser III 432, *Kosmogonie* II 240 242  
 Die mittlere tägliche siderische Bewegung *Mechanik des Himmels* II 402, Beziehung derselben zu der des Urruns und Saturn II 403, Störung in der Bewegung des Urruns II 403

Neuromikrometer *Mikrometer* III 65 ff

Newton'sches Gesetz *Einleitung* I 99 ff, Nachweis der Kepler'schen Gesetze I 101 ff, Theorie des Mondes I 103, Erklärung der verschiedenen Mondungleichheiten I 108, der Proceſſion I 112, der Gereiten I 113, die gegnerischen Anschauungen I 116 117

S. auch die einschlägigen Artikel über Bahnbestimmung, Doppelsterne, Kometen und Meteore, Mechanik des Himmels  
*Niveau* III 289, Fehler desselben III 291 296, Bestimmung und Beichtigung der selben III 292 Bestimmung des Werthes des Niveau- oder Libellenpans III 296, Abhängigkeit des Werthes von der Länge der Blase III 297, Anwendung zur Bestimmung der Zapfenungleichheit der Axe III 293, zur Bestimmung der Neigung der Axe III 294 am Meridiankreis *Meridiankreis* III 12, Berücksichtigung der Neigung bei den Beobachtungen am *Aequatorial*, *Altimantia*, *Altimantia*, *Passagenmoment*, *Prismenkreis*, *Univerſalmoment* s. diese Instrumente I 185 186, I 203, I 208, I 444 447 III 6 ff, III 359 ff, III 460, III 12, IV 50

Das Querniveau oder das Niveau bei Hough's Beobachtungen und seine Verwendung *Pollhöhe* III 469 470 471

Das Höheniveau oder die Alhidadenhelle *Univerſalmoment* IV 43 53

Niveauflächen *Mechanik des Himmels* II 525 547

Niveauprüfer *Niveau* III 296

Nonagesimus *Einleitung* I 55

Nonius III 297

Nordlicht, sein Spectrum *Astrophotometrie* I 405

Norma, das Winkelmaass *Sternbilder* III b 339, Grenzen und Anzahl des dem blossen Auge sichtbaren Sterne III b 339, Verzeichniß der Doppelsterne III b 339, der Nebelflecke und Sternhaufen III b 340, der veränderlichen Sterne III b 340 453, der faibigen Sterne III b 340 Proceſſions-tabelle III b 340

Normalenheit v. Violle *Astrophotometrie* I 306

Normalgleichungen *Methode des kleinsten Quadrats* III 44

Normalkeize, Helner'sche *Astrophotometrie* I 306

Normalmeridian Zeit IV 133

Normalort *Bahnbestimmung* I 526, *Methode des kleinsten Quadrats* III 56

Normalstellung des Oculars und die Veränderlichkeit mit der Temperatur *Hilometer* II 12, *Mikrometer* III 140

Nutation *Mechanik des Himmels* II 584 ff, in Länge, in Schiefe II 591, *Nutation* III 302, die wahre und mittlere Länge III 302, Einfluss auf Rectascension u. Declination III 303, Bessel'sche Ausdrücke III 303, *Ort* III 309, *Bahnbestimmung* I 469, Einfluss auf die Längen I 469 501, Mondglieder kurzer Periode III 305, Berücksichtigung bei den Sternephemeriden *Meridiankreis* III 7, bei Fundamentalbestimmungen III 21, *Rectascensionsbestimmung* III 32, *Stellennataloge und Sternkarten* III b 458, bei relativen Parallaxenbestimmungen *Parallaxe* III 316 349, bei Mikrometernmessungen in Rectascension u. Declination III 239, in Positionswinkel und Distanz III 241, die systematischen Unterschiede der Sternataloge verursacht durch verschiedene Nutationsconstante *Stellennataloge und Sternkarten* III b 471

Die Nutationsconstante *Mechanik des Himmels* I 592, *Nutation* III 304, ihre Bestimmung aus Rectascensionen polarer Sterne III 305, zugleich mit Bestimmung der Aberrationsconstante III 305, *Aberration* I 175, Einfluss von Parallaxe und Eigenbewegung *Nutation* III 305, Beobachtungen im ersten Vertical III 305, Messung von Meridian Zenithdistanzen von Sternen gleicher Zenithdistanz, Hough's Methode III 306, *Pollhöhe* III 468

Die Nutation durch Newton erklärt *Einleitung* I 112, durch Bradley entdeckt I 118, spätere Untersuchungen I 120, von d'Alembert und Euler I 144 Nychthemeren *Einleitung* I 3, Zeit IV 129

## O

Oberon, s. Planeten, Urruns III 430

Objectiv *Fernrohr* I 700, achromatisches I 718 Fehler desselben und ihre Untersuchung I 727 ff, compensirt, nicht compensirt und übercompensirt I 727, Fehler durch Farbenzerstreuung I 728, Kugel-



- gestaltfehler I 728, Verzerrung des Gerammbildes I 728, regelmässiger und unregelmässiger Astigmatismus I 728, Bestimmung der Brennweite I 729, Centren und Fassen der Objective I 734
- Ueber die Objective bei grossen Refractionen *Aequatorial* I 192, zu Anwendung bei der Photographie lange Brennweite für Aufnahmen d. Sonne *Astrophotographie* I 213, Vortheile d. kurzen Brennweite I 235, für chemisch wirksame Strahlen chromatisirt I 229, Portatobjective I 234
- Objectivprisma *Astrophotographie* I 366, Vortheile und Nachtheile desselben I 367, Verbindung mit dem Radiummikrometer I 367, zu photographischen Aufnahmen I 369, *Astrophotographie* I 230 258
- Obliquation bei Copernicus *Einleitung* I 66
- Octans, der Octant *Sternbilder* IIIb 341, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 341, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 341, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 342, der veränderlichen Sterne IIIb 342, Präcessionstabelle IIIb 342 343
- Ocular *Fernrohr* I 700, das Huyghens'sche I 718, das Ramsden'sche oder Mikrometer ocular I 718, das negative, positive, Campanische Ocular I 719, das orthoskopische I 730, Fehler des Oculars I 729
- Ocularauszug, Scala zur Control der Stellung *Mikrometer* III 77
- Ocularheliometer s. Doppelbildmikrometer
- Ocularkreis *Fernrohr* I 731
- Ocularspectroskop *Astrophotographie* I 366 369
- Oeffnungswinkel und Radius *Fernrohr* I 716
- Olympiade *Chronologie* I 612
- Ophiuchus und Serpens der Schlangenträger und die Schlange *Sternbilder* IIIb 343, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 343, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 343, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 347, der veränderlichen Sterne IIIb 348 454, der farbigen Sterne IIIb 349, Präcessionstabelle IIIb 350
- Ophthalmometer *Mikrometer* IIIa 219
- Opposition *Einleitung* I 4, in Rectascension und Länge I 6, mittlere *Astrophotometrie* I 333
- Optische Axe *Fernrohr* I 720
- Optische Gläser, Geschichte, *Fernrohr* I 706, ihre Herstellung I 739, ihre Bearbeitung I 740
- Optische Systeme, positiv, convergent, collectiv *Fernrohr* I 711, negativ, divergent, dispersiv I 711, ihr Fundamentpunkt I 711, Knotenpunkt I 711, Oeffnungswinkel und Radius I 716, die Helligkeit, Vergrösserung und das Gesichtsfeld I 716, der optische Mittelpunkt I 717
- Optischer Mittelpunkt *Fernrohr* I 717
- Orion *Sternbilder* IIIb 351, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 351, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 351, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 354, der veränderlichen Sterne IIIb 355, der farbigen Sterne IIIb 355, Präcessionstabelle IIIb 356
- Orientalische Entdeckung von Galilaei *Entdeckung* I 76
- Oriontypus s. Veränderliche Sterne
- Ost III 309, mittlere, wahrer, scheinbarer III 309 310, geocentrisch, heliocentrisch jovientisch u. s. w. IIIa 309, abhängig von Präcession, Nutation, Aberration, Parallaxe IIIa 309, Reduction der mittleren auf den scheinbaren IIIa 313, der Jahresring und der Nullpunkt der Zeitrechnung III 310 das *annus fictus* und der *reductus* III 310, Beziehung d. *annus fictus* zum Kalenderjahr IIIa 311, Beziehung der Daten des Normalmeridians zu denen eines beliebigen anderen Orts IIIa 312, die Reductionsconstanten in den Jahrbüchern IIIa 313, des Berliner astronomischen Jahrbuch, der Nautical Almanac, die *Connaissance des temps* IIIa 313 314
- Ortsbestimmung der Sterne *Aequatorial* I 188, absolute und relative I 188, *Altimetris* I 196, direct und indirecte *Altimetrie* IIIa 64, Einfluss der Lichtgattung auf den relativen Ort zweier Sterne IIIa 162, s. auch Deklination-Rectascensionsbestimmung, Meridiankreis, Mikrometer, Sternataloge
- Ortszeit Zeit IV 132
- Osculirende Elemente s. Elemente
- Osterrechnung und Osterregel *Chronologie* I 619

## P

- Pallas, Entdeckung *Planeten* IIIa 436, Helligkeit in mittlerer Opposition und Platen-coefficient *Astrophotometrie* I 340.
- Parabel, Bewegung und Geschwindigkeit in derselben *Bahnbestimmung* I 462, Elemente I 463, Ermittlung derselben I 501 ff., Olbers'sche Methode I 505, Ausnahme fall, Oppolzer's Methode I 512, mehrfache Lösungen I 515, Genauigkeit der Bestimmung I 519, Methoden zur Verbesserung I 528 ff., Berechnung der Differentialquotienten I 544 546, Zusammenstellung der Formeln und Beispiel I 555, Olbers' Methode I 555, Oppolzer's Methode I 561, Verbesserung der Bahn I 565, s. auch Mechanik des Himmels II 304 ff. und Bahnbestimmung
- Parallaxische Aufstellung *Aequatorial* I 189 ff., *Mikrometer* IIIa 141, Fehler der Aufstellung und des Instruments IIIa 141, Methoden und Formeln zu ihrer Ermittlung IIIa 141 142, *Aequatorial* I 185 ff.
- Parallaxische Glieder *Mechanik des Himmels* II 436
- Parallaxische Ungleichheit *Mechanik des Himmels* II 440 458 471 *Annus*
- Parallaxischer Winkel *Coordination* I 638, seine Berechnung aus Stundenwinkel, Deklination, Polhöhe I 662, *Mikrometer* IIIa 85

Parallaxe IIIa 314, tägliche und jährliche IIIa 314, Horizontalparallaxe, Höhenparallaxe, Äquatorial Horizontalparallaxe IIIa 315, geocentrischer Ort IIIa 315, allgemeiner Ausdruck für den Einfluss d. täglichen Parallaxe IIIa 316, auf den Höhenmesser IIIa 317, Ausdrücke für Azimuth und Zenithdistanz IIIa 317, für Rectascension und Declination IIIa 318, strenge Formeln für den Mond IIIa 319, Näherungsformeln IIIa 319, Ausdrücke für Länge und Breite IIIa 318, Berücksichtigung bei Declinationsbeobachtungen im Meridian *Meridiankreis* IIIa 25, bei der Reduction der Meridianbeobachtungen auf den Mittelfaden IIIa 11, bei Planeten- und Kometenbeobachtungen *Bahnbestimmung* I 465 ff, locus fictus I 465 ff 501

Bestimmung der Horizontalparallaxe durch zwei Beobachter an verschiedenen Orten oder durch einen Beobachter *Parallaxe* IIIa 319, der Mondparallaxe durch einen Beobachter, frühere IIIa 319, *Einleitung* I 46, aus Sternbedeckungen *Parallaxe* IIIa 321, Plejadenbedeckungen IIIa 322, Abhängigkeit von den Fehlern der Mondtheorie IIIa 322, durch zwei Beobachter aus Längen unter gleicher Breite IIIa 322, aus Zenithdistanzen auf gleichen Meridianen in nördlicher und südlicher Breite IIIa 322, Elimination etwaiger Fehler der Refractionstafeln IIIa 323, Formeln IIIa 323, Einfluss d. Abplattung der Erde IIIa 323, durch Finsternissbeobachtungen *Finsternisse* I 802, Bestimmung aus der Mondtheorie, *Parallaxe* IIIa 325, *Mechanik des Himmels* II 443 444, *Mond* IIIa 245, Verhältnisse zur Sonnenparallaxe IIIa 283 285

Bestimmung der Sonnenparallaxe *Parallaxe* IIIa 326, durch einen Beobachter durch Planetenparallaxen aus Unterschieden der Rectascension, der Declination, von Positionswinkel und Distanz gegen Fixstern IIIa 327, Formeln hierfür IIIa 328, *Helometer* II 17 22, durch zwei Beobachter Rectascensionsunterschiede unter gleicher Polhöhe *Parallaxe* IIIa 331, Declinationsunterschiede IIIa 331, Einfluss des Unterschiedes der Bruchbarkeit des Planeten- und Sternlichts IIIa 332, durch Beobachtungen am Meridiankreis IIIa 332, Elimination der Fehler des Meridiankreises IIIa 332, die Bedingungsgleichungen IIIa 332, durch Beobachtung der Venusdurchgänge IIIa 332, Aufstellung der Bedingungsgleichungen für Positionswinkel und Distanz und für die Contacte IIIa 333, Schwierigkeiten für die Contactmethode IIIa 338, Anwendungen IIIa 338, *Finsternisse* I 825, aus Finsternisbeobachtungen I 802, durch Planetenbedeckungen *Parallaxe* IIIa 338, Theoretische Methoden IIIa 338, *Mechanik des Himmels* II 459, Verhältnisse zur Mondparallaxe *Mond* IIIa 283 285, frühere Bestimmungen *Einleitung* I 18 47 ff 68 71 93

Die Parallaxe der Fixsterne, jährliche Parallaxe *Einleitung* I 58, *Parallaxe* IIIa 341, Ausdruck für das Maximum und Minimum der Parallaxe IIIa 342, allgemeine Formeln, Anwendung auf Ekliphticalcoordinaten IIIa 343, auf äquatoriale IIIa 343, Zusammenhang mit der Aberration IIIa 343, *Aberration* I 175, günstigste Bedingungen für die Bestimmung *Parallaxe* IIIa 344, Schwierigkeit directer Bestimmung IIIa 345, Verbindung von zwei Steinen IIIa 346, Cucumpolarsteine IIIa 347, die Bedingungsgleichungen IIIa 347, Steine nahe gleicher Rectascension IIIa 348, Einfluss der Parallaxe auf relative Coordinaten, die Bedingungsgleichungen IIIa 350, Schwierigkeit der Messung der Declinationsdifferenz IIIa 350, Beobachtungen von Rectascensionsdifferenzen im Meridiankreis IIIa 350, Messungen am Helometer IIIa 351, *Helometer* II 16, Ausdruck für die Bedingungsgleichungen im Positionswinkel und Distanz *Parallaxe* IIIa 352, günstigste Bedingungen IIIa 352, neue Resultate IIIa 352, die Anwendung der Photographie IIIa 353

S ferner über die auf die Parallaxe und ihre Bestimmung bezüglichen Punkte Mikrometer IIIa 163, Nutation IIIa 305, Ort IIIa 309 310, Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 102, Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 526, Universum IV 58 59 94 108

*Parallaxentafeln Bahnbestimmung* I 466 497, *Mikrometer* IIIa 151, Tafel III im *Anhang* IV 243 ff

Parallel scheinbarer, wahrer *Mikrometer* IIIa 95 101 144, Orientierung des Mikrometers nach so einbaure IIIa 109, Bestimmung des Parallax IIIa 144, Unterschied des scheinbaren und wahren Parallax IIIa 145, Einfluss einer Torsion des Rohres um seine Axe auf die Bestimmung des Parallax IIIa 147

Krümmung des Parallax bei Meridianbeobachtungen *Meridiankreis* IIIa 21, *Polhöhe* IIIa 471

Parallelskreise *Einleitung* I 2, *Coordinaten* I 656

Parallelogramm der Bewegung, Geschwindigkeit, Kräfte *Mechanik des Himmels* II 279

Parameter *Bahnbestimmung* I 463

Passageninstrument IIIa 353; Beschreibung IIIa 354

1) im Meridian, seine Berichtigung *Meridiankreis* IIIa 4; Azimuth, Nivierung, Collimationsfehler IIIa 5, Formeln für die Correction IIIa 6, die Mayer'sche Formel IIIa 6, für polnahe Steine in oberer und unterer Culmination IIIa 7, die Bessel'sche Formel IIIa 7, die Hansen'sche Formel IIIa 8, Reduction auf den Mittelfaden IIIa 8, Bestimmung der Fadendistanzen IIIa 10; Bestimmung des Instrumentalfehler IIIa 12 24, der Zeit IIIa 12, Beispiel

- III 14, *Zeitbestimmung* IV 140, zur Bestimmung der Polhöhe u. Aberrationsconstante mit Horrebow-Talcott-Niveau *Polhöhe* IIIa 469, Reduction der Beobachtungen IIIa 471, *Illustration* I 176
- 2) im ersten Vertical *Passageninstrument* IIIa 355, gen. theilte Orientierung IIIa 355, Ermittlung der Instrumentalfehler und Berichtigung IIIa 356, Theorie des Instruments im ersten Vertical IIIa 356, strenge Ausdrücke IIIa 357 Reduction der Seitenfäden auf den Mittelfaden bei kleinen Instrumentalfehlern IIIa 358, für sehr zenithnahe Sterne IIIa 359, für fast aufgestellte Instrumente IIIa 360, Bestimmung der Polhöhe IIIa 361, *Polhöhe* IIIa 460, Beobachtungsmethoden zur Bestimmung des Stundenwinkels im ersten Vertical *Passageninstrument* IIIa 361, Beobachtung desselben Sterns im Ost- und Westvertical in derselben Kreislage, in geradeter Kreislage, mit Umlegung beim Ost- und beim Westdurchgang IIIa 361, Elimination und Bestimmung der Instrumentalfehler und Fendendistanzen IIIa 363, Beobachtungsschema IIIa 363, Anordnung zur Beobachtung der Veränderlichkeit der Polhöhe IIIa 364, gemessene Zenithdistanzen IIIa 364
- 3) in beliebigen Azimuthen, im Vertical des Polsterns *Zeitbestimmung* IV 158, Entwicklung der strengen Ausdrücke IV 158 ff., Reduction der Seitenfäden auf den Mittelfaden für Zeitsterne IV 163, für den Polarstern IV 165, über die Anstellung der Beobachtungen IV 166, Ephemeriden für Zeitsterne und Polarstern IV 167, Mittelwerts IV 168 Schema IV 171, Beispiel IV 171
- Passagenprisma Zeitbestimmung* IV 178
- Pavo*, der Fluß *Sternbilder* IIIb 356, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 356 Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 357, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 357, der veränderlichen Sterne IIIb 358 454, der farbigen Sterne IIIb 358, Präcessionstabelle IIIb 359
- Pegasus Sternbilder* IIIb 359, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 359 Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 359, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 363, der veränderlichen Sterne IIIb 367 455, der farbigen Sterne IIIb 368, Präcessionstabelle IIIb 369
- Pendel*, Entdeckung des Isochronismus der Pendelschwingungen durch Galilei *Einleitung* I 77, *Uhr* IV 4, als Regulator der Uhren von Huyghens eingeführt *Einleitung* I 97, *Uhr* IV 5, theoretische Erörterungen IV 7, das Cycloidenpendel IV 9, die Compensationspendel IV 11
- Pendeluhr* s. *Uhr*
- Pericentrum Mechanik des Himmels* II 301, Anomale Bewegung desselben II 464
- Perigäum Einleitung* I 21
- Perihel Einleitung* I 22, *Bahnbestimmung* I 455, Länge des Perihels I 463, *Einleitung* I 115
- Periheldistanz Einleitung* I 115, *Bahnbestimmung* I 462
- Periheldurchgang Einleitung* I 115, *Bahnbestimmung* I 463
- Periode* s. *Chronologie*
- Periplegmatische Curven Mechanik des Himmels* II 494
- Persiden Einleitung* I 161, *Kometen und Meteor* II 179 181 185 209 212
- Perseus Sternbilder* IIIb 369, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 369, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 369, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 371, der veränderlichen Sterne IIIb 373 452, der farbigen Sterne IIIb 373, Präcessionstabelle IIIb 374
- Personliche Fehler Sternhaufen und Nebelflecke* IIIb 526, *Meridiankreis* IIIa 25, *Parallaxe* IIIa 332 350, Benutzung eines Prismas *Meridiankreis* IIIa 25 S. auch *Personliche Gleichung*
- Personliche Gleichung* IIIa 368, Geschichtliche Bemerkungen IIIa 368, absolute und relative IIIa 370, Einfluss auf Längenbestimmungen IIIa 370, *Längenbestimmung* II 250 ff., Elimination *Personliche Gleichung* IIIa 370 Bestimmung der relativen IIIa 370, der absoluten an Apparat verschiedenen Construction IIIa 371, die Zeitcollimationen von Kaiser IIIa 372 f., die Apparate von Bakhuyzen, Willems IIIa 374 375, Elimination der absoluten Gleichung durch Repsold's unpersönliches Ocularmikrometer IIIa 376, Erklärungen durch physiologische Erscheinungen IIIa 376, Reactions Reflexionszeit IIIa 377, Abhängigkeit von äusseren Einflüssen verschiedene Art IIIa 380, Heiligkeitgleichung IIIa 381, die nicht gleich häufige Beobachtung verschiedener Zehntelsekunden IIIa 382, Unterschiede bei Runbestimmungen IIIa 382, subjective Abweichungen bei allen Beobachtungen, Zeichnungen u. s. w. IIIa 383, beim Kreis- und Lamellenmikrometer nach der Heiligkeit der Sterne *Astronomie* IIIa 109, bei Doppelsteinstimmungen IIIa 163, s. auch *Systematische Fehler*
- Phasen Mond* IIIa 250, *Planeten* IIIa 386, Bestimmung der Grösse der Mondphase *Mond* IIIa 280, Berücksichtigung der Phase bei Durchmesserbestimmungen *Astronomie* IIIa 167, bei Messungen mit Airy's Doppelbildmikrometer IIIa 215
- Phasencoefficient Astronomie* I 340
- Phasenwinkel Astronomie* I 333
- Phobos* s. *Planeten*, *Mars* IIIa 413
- Phoenix Sternbilder* IIIb 374, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 374, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 375 452, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 375, der veränderlichen Sterne IIIb 376, der farbigen Sterne IIIb 376, Präcessionstabelle IIIb 376.

Photographie des Himmels s. Astrophotographie  
 Photographische Durchmusterung am Cyp *Sturmatologe und Sternatlas* IIIb 521, die photographische Himmelskarte IIIb 522, photographisch-spectroskopische Durchmusterungsaufnahmen *Astrophotographie* I 285  
 Photographische Feinrohe *Astrophotographie* I 213 216 217, mit Connectionslinsen I 223 229 238, Refractorien und Spiegelteleskope I 229 238, die Momentviscchlüsse I 214 f., 218 220, das Einstellen I 221, ihre Monturung I 231  
 Photographische Methoden, zur Parallaxenbestimmung, bei Venusdurchgängen *Parallaxe* IIIa 333, zu Fixsternparallaxen IIIa 353, zur Bestimmung der Polhöhe am Zenithteleskop *Polhöhe* IIIa 475, die Vortheile und Bedenken gegen dieselbe IIIa 476  
 Photoheliograph *Astrophotographie* I 219  
 Photometrie s. Astrophotometrie  
 Photometrie s. Astrophotometrie und Helligkeit  
 Photometrische Constante für die Sterngrösse *Astrophotometrie* I 325 ff., *Umwandlung* IV 76 ff.  
 Photometrische Grundgesetze s. Astrophotometrie  
 Photorefractor *Astrophotographie* I 231  
 Photosphäre *Sonne* IIIb 62 74, *Mond* IIIa 280, *Astrospectroskopie* I 400  
 Pictor, die Malerstaffel *Sternbilder* IIIb 377, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 377, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 377, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 377, der veränderlichen Sterne IIIb 378, der farbigen Sterne IIIb 378, Piacessionstabelle IIIb 378  
 Piscen, die Fische *Sternbilder* IIIb 378, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 378, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 379, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 381, der veränderlichen Sterne IIIb 385, der farbigen Sterne IIIb 385, Piacessionstabelle IIIb 386  
 Piscis Austrinus, der südliche Fisch *Sternbilder* IIIb 386, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 386, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 386, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 387, der veränderlichen Sterne IIIb 388 455, der farbigen Sterne IIIb 388, Piacessionstabelle IIIb 388  
 Planeten IIIa 383, Eintheilung in innere und äussere, Unterscheidungsmerkmale IIIa 383, Haupt und Nebenplaneten IIIa 384, Unterscheidungsmerkmale von Fixsternen IIIa 384, Anordnung nach der Entfernung, Titius-Bode'sches Gesetz IIIa 385, Durchmesser und Masse IIIa 385 386, Irradiation IIIa 385, ihre Helligkeit IIIa 386 387, die Phase, IIIa 386, Dichte und Abplattung IIIa 386

387, die Albedo IIIa 387, Flecke auf der Oberfläche IIIa 388, ihr Spectrum *Astrospectroskopie* I 406, photographische Aufnahmen *Astrophotographie* I 224, ihr Spectrum I 247, Apparat dazu I 247  
 Mikrometrische Messungen auf der Planetenscheibe *Mikrometer* IIIa 170 Bestimmung der Lage der Planetenaxe IIIa 171, des Durchmessers mit dem Fadenmikrometer IIIa 175, mit dem Doppelbildmikrometer IIIa 211, mit dem Fadenmikrometer IIIa 216, Berücksichtigung der Phase IIIa 215  
 Beobachtungen zur Parallaxenbestimmung *Parallaxe* IIIa 327, der Planetenbedeckungen IIIa 338  
 Ihre Rotationsdauer von Cassini bestimmt *Einleitung* I 97, ihre Masse durch Newton I 114, ihre Durchmesser am Ringmikrometer I 118  
 Die kleinen Planeten, Planetoiden oder Asteroiden s. Asteroiden  
 Merkur (s. d.) IIIa 389, Venus (s. d.) IIIa 393, Mars (s. d.) IIIa 398, Jupiter (s. d.) IIIa 414, Saturn (s. d.) IIIa 419, Uranus (s. d.) IIIa 429, Neptun (s. d.) IIIa 430, Inhaberkünftige Planet (s. d.) IIIa 432, Asteroiden (s. d.) IIIa 435  
 Planetenaberration, s. Aberration  
 Planetenbewegung *Einleitung* I 98, sechshufig und rückläufig I 9, nach Eudoxus I 10 ff., Ansichten der Alten über Entfernung und wahre Bewegung I 17 ff., die Umlaufzeiten bei Hipparch I 30, Theorie der Bewegung bei Ptolemaeus I 37, die Entfernungen nach Capella I 48, die Umlaufzeiten und Dimensionen I 49, Theorie des Copernicus I 63 ff., die Elemente nach Kepler I 92, Theorie von Bullialdus und Cassini I 96 f., die secularen Störungen I 120, die späteren Arbeiten s. Mechanik des Himmels  
 Die mittlere tägliche Bewegung *Mechanik des Himmels* II 402, Beziehungen derselben zu einander II 403, die der kleinen Planeten II 405, commensurable Verhältnisse mit der des Jupiter II 405, seine Wirkungsphäre II 480  
 Planetographischer Ort *Mikrometer* IIIa 173  
 Planetensystem s. Sonnensystem  
 Planetentafeln *Einleitung* I 30  
 Planetenvorübergehänge s. Merkur- und Venusvorübergang  
 Planetoiden s. Asteroiden  
 Plejaden, Messungen von Bessel, Wolf (Paris), Elkin, Ambron *Sternhaufen und Nebelflecke* IIIb 527, photographische Aufnahmen von Rutherford IIIb 527, Nebel in denselben von Tempel, Spitaler IIIb 528, die Aussternnebel von M. Wolf IIIb 528  
 Pointer *Astrophotographie* I 231  
 Pol *Einleitung* I 2, *Coordinaten* I 656, *Mechanik des Himmels* II 565, instantaner II 571, Trägheitspol II 568  
 Poldistanz *Coordinaten* I 656

Polhöhe, Polhohenbestimmung III a 441, Beziehung zwischen der Polhöhe, Deklination, Zenithdistanz, dem Stundenwinkel und Azimuth III a 442, die Differentialformeln III a 442, verschiedene Methoden zur Bestimmung 1) Beobachtung von Zenithdistanzen eines Sterns bekannter Deklination am Meridiankreis III a 442, *Meridiankreis* III a 21, Elimination des Sternorts und Nullpunkts am Kreise *Polhöhe* III a 443, 2) aus Circummeridionalzenithdistanzen am Universalinstrument III a 443, günstigste Bedingungen III a 444, Reduction auf den Meridian III a 445, bei unterer Culmination III a 446, Hilfstabellen für genäherte Einstellung in Azimuth und Zenithdistanz III a 447 448, Genauigkeit der Reduction durch Reihen III a 448, Beobachtungen des Polsterns III a 449, Reduction auf den Meridian nach der strengen Formel III a 449, Reihenentwicklungen III a 450, Hilfstafeln für verschiedene Genauigkeit III a 450, Regeln für die Beobachtung selbst III a 454, Einfluss der Biegung und der täglichen Aberration III a 455, Beobachtung der Sonne III a 455, Berücksichtigung d. Veränderung in Deklination III a 455 456, Messung der Zenithdistanzen aus mehreren Sternen III a 456, Beispiel III a 456, 3) Beobachtungen im ersten Vertical am Passageninstrument III a 460, *Passageninstrument* III a 361, Einfluss der Instrumentalfehler und ihrer Veränderungen *Polhöhe* III a 461, Beobachtungen an Seitenfäden III a 464, Einstellung des Instruments III a 465, Beispiel III a 465, 4) Beobachtung zweier Sterne, welche rasch nach einander in gleicher nördlicher und südlicher Zenithdistanz culminiren, Horrebow Talcott III a 467, *Aberration* I 176, *Nutation* III a 307, *Universalinstrument* IV 55, Anordnung der Beobachtungen *Polhöhe* III a 469, ihre Reduction III a 470, Berücksichtigung der Krümmung des Parallels III a 471, der Refraction III a 472, Einfluss der Unregelmässigkeiten in der Refraction nördlich und südlich vom Zenith III a 473, Beispiel III a 473, Anwendung der Photographie III a 475, 5) Durchgangsbeobachtungen von Sternen in der Nähe des Meridians am Almucantar *Almucantar* I 197 198

Methoden zur Elimination des Sternorts *Polhöhe* III a 477, 1) Combination dreier Sterne, Polstern, Zenithstern, Südsterne am Universalinstrument III a 477, 2) Verbindung der Beobachtung von Unterschieden in Zenithdistanzen geeigneter Sternpaare und solcher im Azimuth geeigneter Sterne im Azimuth III a 480, 3) Beobachtung zenithnaher Sterne, deren Rectascension 12 Stunden verschieden und deren Deklination sehr nahe gleich der Polhöhe, am Azimuth und Zenithteleskop III a 485, 4) auch Einleitung (Longomontanus) I 73

Veränderlichkeit der Polhöhe, *Einlei-*

tung I 145, *Polhöhe* III a 490, Periode der Schwankung, internationaler Polhohendienst III a 493, Theorie und mögliche Ursachen *Mechanik des Himmels* II 573 604

Einfluss der Veränderung auf Fundamentbestimmungen *Meridiankreis* III a 21

Positionskreis, *Mikrometer* III a 91, Bestimmung seines Mittelpunkts III a 91, seine Verbindung mit dem Schraubenmikrometer III a 126, verschiedene Constructionen dabei III a 126 ff

Positionsmikrometer *Mikrometer* III a 69, 1) Schraubenmikrometer

Positionsmikrometer, *Mikrometer* III a 91, Beschreibung III a 91, Bestimmung der Rectascensions- und Deklinationsdifferenz mit demselben III a 91, Bestimmung des Nullpunkts am Positionskreis III a 91

Positionswinkel *Mikrometer* III a 153, Messung von Positionswinkel und Distanz

1) am Heliometer, bei engen Doppelsternen *Heliometer* II 8, bei weiteren II 9, bei Durchmesserbestimmungen II 8, bei Satellitenbeobachtungen II 9, bei der gegenseitigen Lage entfernter Sterne II 9 23, 2) am Schrauben- oder Radenmikrometer *Mikrometer* III a 154, Einstellung zwischen einem Doppelfaden bei engen Sternpaaren III a 155, Bisection durch einen Faden bei grossen Entfernungen III a 155, vierfache und doppelte Distanz III a 155, Schätzmethoden bei ganz engen Doppelsternen III a 156, getrennte Messung von Positionswinkel und Distanz der gleichzeitigen vorzunutzen III a 156, Messung von Nebelflecken und Kometen III a 157, Einfluss der Strahlenbrechung auf Positionswinkel und Distanz III a 159, für wahren Parallel III a 160, für scheinbaren Parallel III a 160, Einfluss der Gattung des Lichts auf den relativen Ort zweier Sterne III a 162, systematische Unterschiede bei Doppelsternmessungen III a 163, ihre Bestimmung durch Combination verschiedener Beobachtungen für die einzelnen Beobachter III a 164, ihre directe Bestimmung durch künstliche Doppelsterne III a 164, allgemeingültige Sätze über die Fehler III a 165, Beobachtungen von Satelliten III a 166, Einfluss d. Phase und Abplattung III a 167, Messungen auf der Planetenscheibe III a 170, 3) am Doppelbildmikrometer III a 209, verschiedene Methoden, vierfache Distanz III a 210, doppelte Distanz III a 210, getrennte Messung von Positionswinkel und Distanz III a 210, einfache Distanz, Gefahr constanten Fehler III a 211

Potential *Mechanik des Himmels* II 524, einer Kugel II 526, eines Ellipsoids auf einen inneren Punkt II 528, auf einen äusseren Punkt II 535; eines Massencomplexes auf einen sehr entfernten Punkt II 539, die Laplace Poisson'sche Gleichung II 541, Attraction von Spharoiden II 544, 4. auch Mechanik des Himmels

Precession IIIb 1, allgemeine IIIb 1 ff 15, *Mechanik der Himmels* II 577 584, lunare Precession IIIb 1 ff, durch die Planeten IIIb 1, *Mechanik der Himmels* II 586, Entwicklung der Formeln und numerische Werthe Precession IIIb 3, jährliche IIIb 6, Formeln für die Uebertragung der Elemente für die Ekliptik bezw. den Aequator IIIb 11, Einfluss auf die Sternörter, strengt Ausdrücke für die Ekliptik IIIb 11, für den Aequator IIIb 12, Berücksichtigung der Eigenbewegung IIIb 12, die Variation secularis IIIb 12, genäherte Ausdrücke für den Aequator IIIb 12, *Nutation* IIIa 303, *Bahnbestimmung* I 469 501, Einfluss auf rechtwinklige Coordinaten Precession IIIb 13, bei Parallaxenbestimmung der Fixsterne *Parallaxe* IIIa 345, auf relative Coordinaten der Sterne IIIa 349, *Mikrometer* IIIa 239, Bestimmung der Constanten Precession IIIb 15, *Eigenbewegung der Sonnensystems* IIIb 105, *Mechanik der Himmels* II 592

Geschichtliche Bemerkungen *Einleitung* I 19, bei den Arabern I 49, bei Alfons X I 54, Veränderlichkeit derselben bei Copernicus I 59, bei Kipler I 93, Newton I 112, spätere Untersuchungen I 120 142

Präcision, Maass der, *Methode der kleinsten Quadrate* IIIa 33

Princip der Erhaltung der Bewegung des Schwerpunkts *Mechanik der Himmels* II 286, der Flächen II 286, der Erhaltung der lebendigen Kraft II 288, das Hamilton'sche II 289

Prismenkreis IIIb 17

Prismenmikrometer von Maskelyne *Mikrometer* IIIa 215, auch Doppelbildmikrometer

Prismensextant IIIb 20

Proportionalcoordinaten *Mechanik der Himmels* II 431

Prosthaphairesis *Einleitung* I 29

Protuberanzen *Mond* IIIa 280, *Sonne* IIIb 78 ff, verschiedene Arten IIIb 83, *Astrospectroskopie* I 400, ihr Spectrum I 403, *Sonne* IIIb 78 ff, auch Sonne

Prutenische Tafeln *Einleitung* I 66

Puppis s. Argo, Sternbilder IIIb 141.

Pyxis s. Argo, Sternbilder IIIb 141.

## Q

Quadrant IIIb 30, doppelte Aufstellung, kleinere mit Azimuthalkreis, grössere als Mauerquadranten IIIb 30

Quadratisches Mikrometer *Mikrometer* IIIa 104, Beschreibung IIIa 104, mit und ohne Positionskreis, am parallactisch montirten oder nicht parallactisch montirten Fernrohr angebracht IIIa 104, Reductionsformeln IIIa 104, Einfluss der Eigenbewegung, der Strahlenbrechung für wahren Parallel und wahre oder scheinbare Deklination IIIa 105, Strahlenbrechung für schein-

baren Parallel IIIa 106, Fehler der Orientierung IIIa 106, Orientierung des Mikrometers, wenn kein Positionskreis vorhanden IIIa 107, Bestimmung der Länge d. Diagonale IIIa 107

Quadratur s. Mechanische Quadratur

Quecksilberhorizont *Meridiankreis* IIIa 18

Quecksilbercompensation *Uhr* IV 14 ff

## R

Radiant, Radiationspunkt *Einleitung* I 161, *Kometen und Meteore* II 164 178, Verzeichnisse II 181, Vertheilung derselben II 181, tägliche Veränderung derselben II 190, stationäre Radianten II 201, Verzeichnisse von Kometen und zugehörigen Radianten II 212 ff

Radius astronomicus s. Jacobstab

Radius geocentrisch und scheinbar *Parallaxe* IIIa 316 317, das Verhältniss derselben für Horizontalcoordinaten IIIa 317, für Aequatorialcoordinaten IIIa 318, für Eklipticalcoordinaten IIIa 318

Radiusvector, *Einleitung* I 91

Rautenmikrometer *Mikrometer* IIIa 67, das Baily'sche IIIa 67, Berichtigung desselben IIIa 67, besondere Form für lichtschwache Objecte IIIa 67, andere Formen IIIa 68

Reagirende Sphären *Einleitung* I 16

Rechtlaufige *Einleitung* I 9

Rectascension *Einleitung* I 6, *Coordinaten* I 657, Einfluss der Parallaxe *Parallaxe* IIIa 318

Rectascensionsbestimmung IIIb 30, *Meridiankreis* IIIa 4 17, absolute und relative oder Differenzbeobachtungen IIIa 17 20, *Sternatalogie und Sternkarten* IIIb 456, *Rectascensionsbestimmung* IIIb 30, Beobachtung der Sonne und naher Fixsterne IIIb 30, Beobachtung bekannter und unbekannter Fixsterne durch denselben Stundenkreis IIIb 31, am Meridiankreis, günstigste Bedingungen IIIb 31, Berechnung der Beobachtungen, Fehler und Gang der Uhr IIIb 32, Zonenbeobachtungen IIIb 33, systematische Unterschiede *Meridiankreis* IIIa 17, *Sternatalogie und Sternkarten* IIIb 457 471, s. auch Almucantar I 199, Sonne IIIb 59.

Mikrometrische Bestimmung der Rectascensionsunterschiede am Cassini'schen Netz *Mikrometer* IIIa 66, am Zetrnetz IIIa 68, am Ringmikrometer IIIa 72 78 f., am Positionsringmikrometer IIIa 91, am Differenzenmikrometer IIIa 93, am Kreuzstab IIIa 100, am quadratischen Mikrometer IIIa 104, mit dem Fadenmikrometer bei ruhendem Fernrohr IIIa 148, bei gehendem Uhrwerk IIIa 152, Verbesserung wegen Strahlenbrechung, Eigenbewegung, Präcession, Nutation, Aberration s. auch die ausführlichen Register der einzelnen Mikrometer

Verwendung d. zu verschiedenen Epochen ermittelten Rectascensionen zur Bestimmung



- der Fehler der Proceßionsconstante, der Eigenbewegung der Sterne und des Sonnensystems, *Eigenbewegung des Sonnensystems* IIIb 95
- Reduction, auf den Erdmittelpunkt *Parallaxe* IIIa 316 ff., auf den Jahresring *Mutation* IIIa 303, Ort IIIa 312 auf den locus fictus *Bahnbestimmung* I 467 auf den Meridian *Meridiankreis* IIIa 8 ff. 21 f., *Polhöhe* IIIa 471, auf den mittleren oder scheinbaren Ort *Bahnbestimmung* I 496, Ort IIIa 313
- Reflectoren *Aequatorial* I 189, *Fernrohr* I 700, Geschichtliche Bemerkungen I 703, der Cassengrainsche, Gregory'sche, Newton'sche, Herschel'sche I 703 704, über die Vortheile bei der Beobachtung s. Astrophotographie
- Reflexbeobachtungen *Biegung* I 576 ff., *Meridiankreis* IIIa 18, *Polhöhe* IIIa 443
- Refraction s. Stahlenbrechung
- Reflectoren *Aequatorial* I 189, *Fernrohr* I 700, Verzeichnisse grosser *Aequatorial* I 194 f., geschichtliche Bemerkungen *Fernrohr* I 700, Biegung durch eine Kugelfläche I 708, durch zwei Kugelflächen I 710, durch zwei von je zwei Kugelflächen begrenzte Systeme I 712, durch zwei Linsen I 716, verschiedene Arten der Montirung horizontal *Aequatorial* I 190, die Fraunhofer'sche (deutsch.) I 191, die Sisson'sche (englische) I 192, die Löwy'sche (cond.) I 192
- Registrirapparate IIIb 33, Cylindrapparate IIIb 34, Beschreibung verschiedener Formen IIIb 34 ff., Stiefenapparate IIIb 38, Stromunterbrecher, Beschreibung verschiedener Constructionen IIIb 41, Ableseapparate IIIb 46, s. auch Längenbestimmung II 249
- Registrirmethode *Einleitung* I 163, *Längenbestimmung* II 253 255, *Personliche Gebrauch* IIIa 371, dieselbe bei Beobachtungen am Ringmikrometer *Mikrometer* IIIa 77 78
- Registrirocular *Längenbestimmung* II 250, *Mikrometer* IIIa 126, *Personliche Gebrauch* IIIa 376, *Sternatlas* IIIb 474
- Registrirvorrichtung für die Stellung d. Mikrometerschraube *Mikrometer* IIIa 122
- Relativzahlen *Sonne* IIIb 68
- Repetition bei Winkelmessungen *Einleitung* I 117
- Repetitionstheodolit *Unveränderlich* IV 43, Beschreibung IV 43, Messung von Horizontwinkeln IV 43 46
- Repsold'sches unpersonliches Mikrometer s. Registrirocular
- Reticulum, das Netz *Sternbilder* IIIb 388, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 388, Verzeichnisse der Doppelsterne IIIb 388, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 389, d. veränderlichen Sterne IIIb 389, der farbigen Sterne IIIb 389, Proceßionstabelle IIIb 389
- Retrograd *Einleitung* I 9, *Bahnbestimmung* I 464
- Retrigradation *Einleitung* I 10
- Reversionsobjectiv *Astrophotographie* I 383
- Reversionsocular *Astrophotographie* I 383
- Reversionsprisma *Astrophotographie* I 382
- Reversionspectroskop *Astrophotographie* I 382
- Revolvirende Sphären *Einleitung* I 16
- Rheer's Planeten, Saturn IIIa 428
- Rillen s. Mond IIIa 273
- Ring s. Armille I 209
- Ringmikrometer *Einleitung* I 118, s. Kreis mikrometer
- Rohrenlibelle s. Libelle
- Romeinische Zahl *Chronologie* I 618
- Rostcompensation *Uhr* IV 12 f
- Rotationsaxe, momentane oder instantane, *Mechanik des Himmels* II 565, Lage der selben im Raum II 566, Bewegung im Raume II 568, beschreibt um die Hauptträgheitsaxe einen Kegel II 572, Arbeiten darüber II 573, Bewegung derselben bei der Erde II 581, Aenderung der Hauptträgheitsaxen II 594, Polverschlebung durch Hinzufügung von Massen II 599, durch Hebung oder Senkung II 599, durch Verschiebung einer Masse auf der Oberfläche in der Richtung des Meridians II 600, auf dem Parallelkreise II 600, Einfluss auf die Rotationsaxe II 600
- Rotationsbewegung, *Mechanik des Himmels* II 523, Differentialgleichungen derselben II 563, Bestimmung der Rotationsgeschwindigkeit II 566
- Rothc Steine *Unveränderlich* IV 110, s. veränderliche und farbige Steine
- Rücktufig *Einleitung* I 9
- Rudolphinische Tafeln *Einleitung* I 92
- Run *Nomus* IIIa 301, *Meridiankreis* IIIa 18, *Polhöhe* IIIa 454, *Unveränderlich* IV 44

## S

- Sagittar, der Pfeil *Sternbilder* IIIb 389, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 389, Verzeichnisse der Doppelsterne IIIb 390, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 390, d. veränderlichen Sterne IIIb 390, der farbigen Sterne IIIb 391, Proceßionstabelle IIIb 391
- Sagittarius, der Schütze *Sternbilder* IIIb 391, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 391, Verzeichnisse der Doppelsterne IIIb 391, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 393, der veränderlichen Sterne IIIb 395 454, der farbigen Sterne IIIb 395, Proceßionstabelle IIIb 396
- Sanduhr *Einleitung* I 32, *Zeit* IV 129
- Saros *Einleitung* I 8, *Chronologie* I 600
- Satelliten *Planeten* IIIa 384, des Mars IIIa 413, des Jupiter IIIa 418, des Saturn IIIa 428, des Uranus IIIa 430, des Neptun IIIa 431, die Erscheinungen der Finsternisse und Vorübergänge der des Jupiter und

Saturn Verfinsterungen *Jupiter* I 834  
 Berechnung der Erscheinungen I 835 ff.  
 Berechnung der Bruchstücke I 838, In-  
 schein zur Berechnung von Delambre, De  
 Moivre u. A. I 838 im Nautical Al-  
 manac und Berliner Jahrbuch I 838, ihre  
 Beobachtung an Mikrometern allgemeine  
 Bemerkungen *Astronomische* III 166, Ab-  
 blendung der hellen Scheibe bei schwachen  
 Begleitern III 166, Formeln zur Berück-  
 sichtigung der Phasengestalt d. Planeten  
 III 167, Theorie ihrer Bewegung *Mechanik des Himmels* II 436, Parallaxische  
 Glieder II 436, Bewegung des 7 Saturn-  
 satelliten II 464, ihre Figur II 561, ihre  
 Entstehung *Kosmogoni* II 242 243  
 Saturn, seine Helligkeit *Planeten* III 387  
 419, *Astrophotometrie* I 339, seine Albedo  
*Planeten* III 388, *Astrophotometrie* I  
 340, Durchmesser, Abplattung *Planeten*  
 III 419, Masse, Flecken, Stiefen, Roti-  
 tationszeit III 420, Spectrum *Astrophotometrie*  
 I 407, Photographie desselben  
*Astrophotographie* I 225  
 Seine Satelliten entdeckt *Entdeckung* I  
 97, *Planeten* III 428, Untersuchungen  
 über die gegenseitigen Störungen in der  
 Bewegung III 428, *Mechanik des Himmels*  
 II 464, Bewegung des 7 Satelliten II 464,  
 Bestimmung der Masse des 6 Satelliten  
 II 468, die Verfinsterungen *Jupiter* I 834  
 ff., ihre Beobachtungen *Astronomische* III  
 166, ihre Helligkeit *Astrophotometrie* I  
 242, die Lichtschwankungen I 342, *Pla-  
 neten* III 428, ihre Größe III 429  
 Das Ringsystem entdeckt von Galilei,  
 Huyghens *Entdeckung* I 75, beobachtet  
 von Cassendi I 97, *Planeten* III 420, die  
 Sichtbarkeit III 421, Trennungen im  
 Ring III 422, dunkler Ring III 422,  
 die Durchsichtigkeit III 423 427, Mes-  
 sungsergebnisse III 425, Flecken auf dem  
 Ring, seine Rotation III 425, über die  
 Constitution des Ringsystems III 427,  
*Mechanik des Himmels* II 562, Voran-  
 derungen im System *Planeten* III 427,  
 sein Spectrum *Astrophotometrie* I 407  
 Die Secularbeschleunigung des Saturn  
 entdeckt durch Halley *Entdeckung* I 119  
 138 ff., *Mechanik des Himmels* II 403, die  
 mittlere tägliche siderische Bewegung II  
 402, ihre Beziehung zu der des Jupiter,  
 Uranus, Neptun II 403, — *Kosmogoni* II  
 241 243, *Unwarsum* IV 58 59  
 Schaltjahr monat tag *Entdeckung* I 31,  
*Chronologie* I 605 608 610 ff  
 Schiefe der Ekliptik = Ekliptik  
 Schlieren bei optischen Gläsern *Feinrohr* I  
 707.  
 Schnittphotometer *Zodiacallicht* IV 185,  
*Unwarsum* IV 71  
 Schraube, ihre Anwendung bei mikrome-  
 trischen Messungen *Mikrometer* III 114,  
 periodische und fortschreitende Fehler III  
 115, *Polhöhe* III 472, *Thermometer* II 18,  
 Bestimmung derselben *Mikrometer* III  
 175, Bessel'sche Ausdrücke und Bei-

spiel dafür III 176, Criterium zur Er-  
 kennung, ob die strenge Auflösung der  
 Gleichung nothig oder nicht III 181,  
 Trennung beider Bestimmungen III 181,  
 verschiedene Methoden mit Hülfsapparaten  
 zu Bestimmungen der periodischen Fehler  
 III 181, Untersuchungen von Kaiser  
 und Diner III 182, Mikroskop mit  
 Glasmikrometer von Vogel III 184,  
 Mikroskop mit beweglichen Fadenstrichen  
 III 184, Verwendung eines Bergkrystall-  
 prismas III 184, nothige Vorsichts-  
 massregeln dabei III 184, durch passende  
 Anordnung der Fäden III 185, durch  
 Durchgangsbeobachtungen von Sternen  
 III 186, Veränderlichkeit derselben III  
 186, ihre Elimination III 186, Ursachen  
 der periodischen Fehler III 182 186,  
 Bestimmung der fortschreitenden Fehler  
 III 186, Vermeidung der Fehleranhäuf-  
 ung nach der Mitte III 187, Passende  
 Fäden im Mikrometer III 188, Bestim-  
 mung des Winkelwerthes III 190, durch  
 Messung der bekannten Aequatoreldistan-  
 zen der festen Fäden mit der Schraube  
 III 190, Berücksichtigung der Instrumen-  
 talfehler für Sterne höherer Deklination  
 III 190, Berücksichtigung der Refraction  
 III 190, Anwendung des beweglichen  
 Fadens III 191, gleichzeitige Bestim-  
 mung der fortschreitenden und periodischen  
 Fehler III 192, Bestimmung des Winkel-  
 werthes durch Ausmessung einer Distanz  
 bekannter Grossen am Himmel oder ter-  
 restrisch III 193, der Persensbogen III  
 193, Reduction auf den Jahresanfang III  
 193, Beispiel III 194, systematische  
 Fehler und solche aus Verzerrung des Ge-  
 sichtsfeldes III 194, Beispiel für Messung  
 terrestrischer Objekte III 195, durch  
 Messung der Deklinationsbewegung  
 eines kleinen Planeten gegen einen Fix-  
 stern III 195, Einfluss der Temperatur  
 und Reduction auf eine Normalstellung  
 III 196, Bestimmung des Winkelwerthes  
 der Schraube beim Airy'schen Doppel-  
 bildmikrometer III 212, aus dem beob-  
 achteten Durchgang der beiden Bilder  
 eines Sterns durch einen Faden III 213,  
 mittelst eines Fadenmikrometers III 213,  
 dabei zu befrachtende constante Fehler  
 III 214, Abhängigkeit des Winkelwerthes  
 von der Größe des gemessenen Bogens  
 III 213 214, durch Ausmessung künst-  
 licher Scheiben und Doppelsterne III 214  
 Siche auch die verschiedenen Methoden  
 unter Heliotometer II 10 ff  
 Schraubenmikrometer *Mikrometer* III  
 110, ältere Constructionen von Gas-  
 coigne, Auzout und Picard, G Kirch III  
 111, Mikrometer von Huyghens und  
 Roemer III 112, Parallel wire und Cross-  
 hair Mikrometer von W Herschel III  
 112, Mikrometer von Lalande III 113,  
 Lampenmikrometer von W Herschel und  
 J H Schröter III 114, die neueren  
 Faden- und Positionsmikrometer III 114,



Vortheile der Schraube zu Messungszwecken IIIa 114, Fehler der Schraube IIIa 115, sieben verschiedene Typen des Schraubenmikrometers IIIa 115, praktische Bemerkungen über das Aufziehen der Fäden IIIa 116, Vergleichung der verschiedenen Constructionsarten IIIa 117, Lagerung der Schraube und des von ihr bewegten Schlittens IIIa 117, todter Gang IIIa 121, Vorrichtungen zur Registrirung der Stellung der Schraube IIIa 122, der Positionskreis und seine Verbindung mit dem Schraubenmikrometer IIIa 124, Beleuchtungsvorrichtungen für Feld- und Fädenbeleuchtung IIIa 128, Balkenmikrometer von A. Repsold und Söhne IIIa 132, Mikrometer für grosse Distanzen von A. Chuk IIIa 133, Duplex-Mikrometer von A. Grubb IIIa 133, Deklinograph von V. Knorre IIIa 134, Lichtbildmikrometer von Steinheil, Lamont, Stampfer, Littrow, Biddle, Browning, Grubb IIIa 137

Messungen mit dem Schraubenmikrometer IIIa 140, Berichtigung des Focus IIIa 140, Wahl der Beleuchtung IIIa 140, Einschaltung farbiger Gläser IIIa 141, Fehler des Instruments und seiner Aufstellung IIIa 141, Bestimmung des Parallels IIIa 144, Messung von Rectascensions und Deklinationsdifferenzen bei ruhendem Fernrohr IIIa 148, Bestimmung der Coincidenz des beweglichen und festen Fadens IIIa 148, Einfluss des fehlerhaften Parallels IIIa 148, Deklinationsdifferenz mit beweglichem Faden IIIa 149, Einfluss der Eigenbewegung IIIa 149, der Strahlenbrechung IIIa 149, scheinbarer und wahrer Parallel IIIa 150, Beispiel einer Planetenbeobachtung IIIa 150, Messung bei gehendem Uhrwerk IIIa 152, Benützung beider Schrauben IIIa 152, Einfluss der Krümmung des Parallels IIIa 152, Einfluss der Refraction IIIa 153, Bestimmung des relativen Orts durch Positionswinkel und Distanz IIIa 153, verschiedene Methoden IIIa 154, Glasfaden von Bigoudan IIIa 156, Beispiel einer Doppelsternbeobachtung IIIa 157, Positionsbestimmung von Nebelflecken und Kometen IIIa 157, Berücksichtigung der Eigenbewegung IIIa 158, der Strahlenbrechung auf Positionswinkel und Distanz IIIa 159, auf die aus ihnen abgeleiteten Differenzen in Rectascension und Deklination IIIa 160, Vereinfachung der Ausdrücke durch Anwendung wahrer Deklination IIIa 160, Beispiel einer Kometenbeobachtung IIIa 160, Einfluss der Gattung des Lichts IIIa 162, systematische Beobachtungsfehler bei Doppelsternmessungen IIIa 163, Beobachtungen der Satelliten IIIa 166, Berücksichtigung der Bewegung des Systems, wenn bei ruhendem Fernrohr beide Objecte nicht gleichzeitig beobachtet werden IIIa 166, Abblendung bei schwachen Objecten IIIa 167, Berücksichtigung der Phase IIIa 167, Messung auf der Planetenscheibe IIIa 170,

Anwendung auf die Bestimmung der Lage der Marsare, Marsflecken IIIa 171 ff, Bestimmung des Durchmessers von leuchtenden Scheiben IIIa 175, nur inthalam, wenn nicht absolute Werthe verlangt werden IIIa 175, über die Nachtheile des Schraubenmikrometers IIIa 197

Die Anwendung des Schraubenmikrometers auf Spectralbeobachtungen *Astrospektroskopie* I 378, auf Parallaxenbestimmungen *Parallaxe* IIIa 350

Schwerkraft *Anziehung* I 99 ff, die nicht momentane Fortpflanzung als Ursache für die Secularacceleration des Mondes und anormale Bewegung des Merkurperihels *Mechanik des Himmels* II 458

Schwerpunkt, Bewegung des Schwerpunkts *Mechanik des Himmels* II 286

Schwingungsdauer, Einfluss der Amplitude *Uta* IV 7

Scintillation IIIb 49, Umstände, welche auf die Stärke des Glitzerns von Einfluss sind IIIb 51, Erklärungsversuch IIIb 54

Scintillometer oder Scintilloskope, Flächen-Linien Kreis Spectro und Beugungsscintilloskope *Scintillation* IIIb 49 ff

Scorpius, der Scorpion *Sternbilder* IIIb 396, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 396, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 397, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 398, der veränderlichen Sterne IIIb 398 454, der farbigen Sterne IIIb 399, Präcessionstabelle IIIb 399

Sculptor, der Bildhauer *Sternbilder* IIIb 399, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 399, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 399, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 400, der veränderlichen Sterne IIIb 401 454, der farbigen Sterne IIIb 401, Präcessionstabelle IIIb 401

Scutum, der Schild des Sobieski *Sternbilder* IIIb 402, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 402, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 402, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 402, der veränderlichen Sterne IIIb 402, der farbigen Sterne IIIb 403, Präcessionstabelle IIIb 403

Secularacceleration 4 Beschleunigung

Sehungsbogen *Chronologie* I 603,

Seismometer *Horizontalspektroskop* II 31 39

Sensibilisiren *Astrophotographie* I 240, *Astrospektroskopie* I 389

Serpens 3 Ophiuchus

Sextans, der Sextant *Sternbilder* IIIb 403, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 403, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 403, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 404, der veränderlichen Sterne IIIb 405, der farbigen Sterne IIIb 405, Präcessionstabelle IIIb 406

Sextant *Prismenkreis* IIIb 17, Spiegelsextant, Beschreibung IIIb 18, Index- oder Collimationsfehler IIIb 19, Excedens IIIb 20;

künstlicher Horizont IIIb 22, Einfluss der Neigung um Glashorizont IIIb 22, Prismenextinkt IIIb 20, Excentricitätsfehler IIIb 23, Bedingungen, die beim Sextanten für die Beobachtungen zu erfüllen sind IIIb 23, Bestimmung des Index und Excentricitätsfehlers IIIb 24, Einfluss der Stellung des Fernrohraxenbzw. des Spiegel normalen gegen die Sextantenebene IIIb 24, Bestimmung der Zeit aus gleichen Höhen am Sextanten *Zeitbestimmung* IV 155

Siderostat *Astrophotographie* I 213

Skaphium *Zeitbestimmung* IV 181

Solstitium *Funktion* I 5, *Chronologie* I 595, *Coordination* I 657

Sommerpunkt *Chronologie* I 595

Sonne IIIb 89, Dimensionen, Masse, Dichte, Abplattung IIIb 59, uralte Annahmen über die Grösse *Entleerung* I 48, *Unwissen* IV 58, Durchmesser am Helometer bestimmt *Entleerung* I 198, *Helometer* II 4 5, Bestimmung ihrer Masse *Horizontalfaden* II 28, Ausschnitt der Oberfläche, Granulation, *Sonne* IIIb 62, Flecke, ihre Entdeckung IIIb 60, von Galilei *Entleerung* I 75, Scheiner I 76, Fabricius I 76, Keil, Penumbra, scheinbare und wahre Bewegung *Sonne* IIIb 60 63 65, Fleckensonen IIIb 65, Periode IIIb 67, Relativzahlen IIIb 68, Natur der Flecken IIIb 69, ihre Bewegung u. anderen periodischen Erscheinungen IIIb 74 86, Fackeln, Poren IIIb 64, die Rotation der Sonne IIIb 65, Gesetz der Verschiedenheit IIIb 66, Ursache der selben IIIb 66, Entdeckung der Rotation durch Galilei *Entleerung* I 75, Corona, IIIb 61 75ff, Protuberanzen IIIb 61 78ff, verschiedene Formen IIIb 83, die Photosphäre IIIb 62 74 79, die Chromosphäre IIIb 75, Constitution der Sonne IIIb 61, Temperatur IIIb 87, Ursache der Sonnenwärme IIIb 90, *Kosmogonie* II 245f, Alter der Sonne II 245, Intensität der Sonnenstrahlung, *Sonne* IIIb 87, Verschiedenheit des Licht-, Wärme- und chemischen Strahlen auf der Oberfläche IIIb 62, Strahlenbrechung auf der Sonne IIIb 87

Entfernung der Sonne s. Sonnenparallaxe

Anwendung der Photographie auf die Sonne. Aufnahmen *Sonne* IIIb 61, *Astrophotographie* I 213ff 222, im Brennpunkt einer Linse oder eines Spiegels I 213, mit Vergrößerungssystemen I 215, Entwicklung der Bilder I 219, ihre Ausmessung I 263, Aufnahmen der Corona I 213 220, des Coronaspectrum I 247, der Fackeln, Flecken, Chromosphäre I 222, des Sonnenspectrum I 240, der Finsternisse I 213

Anwendung der Photometrie auf die Sonne. Ungleichmässige Helligkeit der Oberfläche *Astrophotometrie* I 331, Tabelle dafür I 332, Gesammthelligkeit I 332, die Sonnenflecken und ihre Periode I 360, Helligkeit gegen Sirius *Unwissen* IV 58

Anwendung der Spectroskopie auf die Sonne das mittlere Sonnenspectrum *Astrophotographie* I 393 394, das ultraroth und ultraviolette Spectrum I 396, das Spectrum der Flecke I 401, der Fackeln I 402, der Chromosphäre I 402, der Protuberanzen I 403, der Corona I 404, Coincidenz mit Spectren irdischer Stoffe I 398, atmosphärische Linien I 399, Bestimmung der Rotation nach dem Doppler'schen Princip I 426

Lage der Sonne im Weltall *Unwissen* IV 58, in einem Sternhaufen IV 60 96, Form des Sternhaufens IV 96, Stellung der Sonne in ihm IV 96, sie steht im dichtesten Theil IV 107, Beweise aus der Sternvertheilung nach Helligkeit und Eigenbewegung IV 100 101, dem Sonnensternhaufen gehören mehr Sterne vom zweiten als ersten Spectraltypus an IV 106, Stellung im Spiralnebel der Milchstrasse IV 122

Beobachtung der Sonne zur Bestimmung des Aequinoctiums *Meridiankreis* IIIa 17 20, *Rectascensionsbestimmung* IIIb 30ff, *Sternataloge und Sternarten* IIIb 456f, Bestimmung des Halbmessers eines Ringmikrometers *Mikrometer* IIIa 74, Ortsbestimmung der Sonnenflecken am Ringmikrometer IIIa 74, am Roemer'schen Schraubenmikrometer IIIa 112, Durchmesserbestimmungen mit dem Helometer und Doppelbildmikrometer IIIa 198, mit dem Prismenmikrometer IIIa 216,

Zur Bestimmung der Polhöhe und Zeit s. Sonnenhohln

Wahre und mittlere Sonne *Zeitbestimmung* IV 132

Sonnenbahn s. Ekliptik

Sonnenbewegung scheinbare *Entleerung* I 5, *Sonne* IIIb 59, Ungleichmässigkeit *Entleerung* I 5, *Zeitbestimmung* IV 131, mittlere tropische Bewegung und mittlere wahre Länge IV 134, mittlere siderische Länge, *Predession* IIIb 6

Sonnenfinsternisse *Finsternisse* I 757, *Chronologie* I 599, Bedingungen des Eintritts *Finsternisse* I 757ff, Unterscheidung der verschiedenen Arten I 758, Annahme kugelförmiger Erde I 760, Einfluss der Abplattung I 764 766, Berechnung der Elemente der Finsternisse I 760, Kepler's Methode I 760, die Bessel'schen und Hansen'schen Theorien I 760ff, Berücksichtigung der Strahlenbrechung I 768, der Erhebung des Beobachters über die sphäroidische Erdoberfläche I 769, Beispiel für die Berechnung der Elemente I 771, Ermittlung der Art der Finsternisse I 773, Darstellung der Grenzcurven I 774, Ermittlung der Berührungspunkte I 775 Formeln und Beispiel zur Berechnung der Berührungspunkte und der östlichen und westlichen Grenzcurven I 779, die Curven der grössten Phasen, die nördliche und südliche Grenzcurve I 781, die Bestimmung der End-

punkte der Grenzcurven I 784 Beispiel dazu I 786, Curven der Centralität I 788, Druck der Totalität I 789, Zeit des Eintritts der einzelnen Phasen I 789, Berechnung des Positionswinkels der Berührungstellen I 791, Beispiel, erste Näherung I 792, zweite Näherung I 794, Untersuchung historischer Finsternisse I 795, Beispiel dazu I 797, ihre Bedeutung für die Secularbeschleunigung des Mondes *Einleitung* I 118, *Mechanik des Himmels* II 455, für die Bestimmung des Mondes und der Längenbestimmungen *Finsternisse* I 799 ff., systematische Fehler der Beobachtung I 799, Beobachtung der Hornerspitzen nach Positionswinkel und Distanz I 803, nach Rectascensions und Declinationsdistanzen I 805  
Ihre Beobachtung in früherer Zeit bei Ptolemäus *Einleitung* I 47, Albrategnius I 50  
Die Erscheinungen an der Sonne bei totalen Finsternissen *Sonne* IIIb 75 ff., *Mond* IIIa 280, Beobachtung mit dem Spectroskop *Finsternisse* I 800  
Sonnenglaser *Sonne* IIIb 61  
Sonnengleichung *Chronologie* I 618  
Sonnenhöhen beobachtet am Gnomon *Gnomon* II 1, zur Bestimmung der Polhöhe *Polhöhe* IIIa 455, Berücksichtigung der Bewegung in Deklination IIIa 455, zur Bestimmung der Zeit, aus einer Höhe *Zeitbestimmung* IV 142, aus correspondirenden Höhen IV 155, Mittagverbesserung IV 156, Mittagsverbesserung IV 157  
Sonnenjahr *Einleitung* I 4, *Chronologie* I 605.  
Sonnenparallaxe *Parallaxe* IIIa 326, erste Bestimmungen und Annahmen von Aristarch, Eratosthenes *Einleitung* I 18, Hipparch und Ptolemäus I 47, Crpella I 48, von den Arabern I 49, Tycho Brahe I 68 71, Kepler I 93, *Parallaxe* IIIa 326, neuere Methoden IIIa 327, durch Beobachtungen von Rectascensions- und Declinationsdifferenzen an einem Orte IIIa 327, durch Messung von Positionswinkel und Distanz an einem Orte IIIa 329, durch Messung von Declinationsdifferenzen an verschiedenen Orten IIIa 331, Beobachtung kleiner Planeten IIIa 331, des Mars IIIa 332, durch Beobachtung der Venusdurchgänge IIIa 333, verschiedene Art der Beobachtungen IIIa 333 338, *Urbemittel* II 17 22, Entwicklung der Formeln *Parallaxe* IIIa 333 ff., *Finsternisse* I 825 ff., frühere Beobachtungen der Durchgänge IIIa 338, durch Sternbedeckungen durch Planeten IIIa 338, indirekte Methoden, Störungen der Planeten durch die Erde IIIa 338, aus der Mondtheorie IIIa 339, *Mechanik des Himmels* II 458, aus der Sonnentheorie *Parallaxe* IIIa 340, aus der Aberrationsconstante und der Lichtgeschwindigkeit IIIa 341, *Aberration* I 171  
Sonnen-system des Endovus *Einleitung* I 9, des ägyptische I 17, des Hipparch Ptolemäus I 20 ff., des Alpetragius I 52, des

Copernicus I 57 ff., des Tycho Brahe I 72 ff., Entstehung *Kosmogonie* II 235 237  
Eigenbewegung des Sonnensystems II 232, *Parallaxe* IIIb 16, *Lagebestimmung des Sonnensystems* IIIb 92, die verschiedenen Bewegungen der Fixsterne IIIb 93, die Grösse der Sonnenbewegung IIIb 94, analytische Behandlung des Zusammenhangs zwischen Eigenbewegung der Sterne und der Sonne IIIb 94  
Aussprüche von Anax IIb 96, Hypothesen über die Entfernung der Sterne und über die Natur der motus peculiaris IIIb 96 102, Bewegung im grossen Kreis IIIb 97, Ausdruck von Angelander IIIb 98, von Bessel-Kobold IIIb 100, Resultate der verschiedenen Methoden IIIb 103, aus Bewegungen im Visionsradius IIIb 103, unter Annahme, dass die motus peculiaris einem bestimmten Gesetz folgen IIIb 103, Entwicklung der Formeln IIIb 104, Zusammenstellung der Coordinaten des Apex IIIb 107  
Stabilität *Einleitung* I 120 129  
Sonnentag wahrer, mittlerer *Einleitung* I 2, *Chronologie* I 593 594, *Zeitbestimmung* IV 130 132  
Sonnentafeln *Finsternisse* I 753, *Parallaxe* IIIb 6, *Sonne* IIIb 60, *Zeitbestimmung* IV 135  
Sonnenuhren *Zeitbestimmung* IV 180, Äquatorial-Horizontalsonnenuhren IV 181  
Sonnenzeit wahre, mittlere *Chronologie* I 593 591, *Zeitbestimmung* IV 132, Veränderung in einander IV 136, in Sternzeit IV 137.  
Sonnenzirkel *Chronologie* I 617  
Sonntagsbuchstabe *Chronologie* I 616  
Spalt am Spectroskop, verschiedene Constructionen *Astrospectroskopie* I 374  
Spectrallymparate = Spectroskop  
Spectrograph *Astrospectroskopie* I 365 380  
Spectrometer *Astrospectroskopie* I 365, = Spectroskop  
Spectroskop *Astrospectroskopie* I 361, verbunden mit Spiegelteleskopen I 365, mit Refractoren I 365, das Objectivsystem I 366, Ocularspectroskope I 366 360, Sternspectroskope I 370, das zusammengesetzte Spectroskop oder Spectrometer I 366 372, verschiedene Constructionen I 377, die Scala I 377, das Reversionsspectroskop I 382, das Protuberanzspectroskop I 384, Diffractionsspectroskop I 387, Heli prism Spectroskop I 387, der Spectrograph I 389, das Spectroskop ohne Feinrohr I 393, Gitterspectrograph *Astrospectroskopie* I 222, Photographische Spectrographie, verschiedene Constructionen I 240 249 ff.  
Spectrum der Sonne *Astrospectroskopie* I 393 ff., der Flecken, Fackeln, Protuberanzen, Corona I 401 ff., des Norlichts I 405, des Lodiaklichts I 405, des Mondes I 406, der Planeten I 406, der Kometen I 408, der Sterngruppen und Meteore I 410, der Fixsterne I 410, *Astro*

- photographie* I 238, *Kosmogoni* II 236, der neuen Stufe *Aspektologie* I 422, der Nebel I 422, die Linienverschiebung I 424 427, *Funktionsbewegung der Sonnensysteme* IIIb 97
- Das secundäre Spectrum *Panoptik* I 724 726, das tertiäre I 727
- Sphärische Optik des Eudoxus *Einleitung* I 101, des Cyprius I 15, reagierende und involvierende bei Aristoteles I 16, des Pythagoras I 17, die Harmonie der Sphären I 17
- Spiegel *Astrophotographie* I 213 214 229
- Spiegelsextant s. Prismenkreis und Sextant
- Spiegelteleskop, Geschichte *Panoptik* I 703, Thales I 743, das Gregory'sche, Newton'sche, Cassini'sche I 744, Lagerung der Spiegel, Herstellung des Rohrs I 745, verschiedene Formen von Teleskopen I 746, Herstellung des Spiegels I 747, ihre Vorzüge gegenüber den Refractoren bei photographischen Aufnahmen *Astrophotographie* I 229
- Spinnefäden, das Einziehen derselben *Mikroskop* IIIa 116, ihre Beleuchtung, Verschiedene Methoden IIIa 128
- Stationäre *Einleitung* I 10
- Staubfall *Kometen und Meteor* II 106
- Stellarastronomie *Einleitung* I 162
- Stellare Sternschnuppenschwärme *Kometen und Meteor* II 200
- Sternrichtungen *Unwetter* IV 60 71 73 ff, 88 f
- Steinbedeckungen *Kometen* I 806, Zone des Himmels für geocentrische Bedeckungen I 806, Berücksichtigung der Parallaxe I 806, Perioden für denselben Stern I 806, Formeln für die Berechnung nach Bessel, aquatorale Coordinaten I 807, Oortszeit des Ein- und Austritts I 807, Positionswinkel dafür I 808, Formeln nach Hansen, ecliptrische Coordinaten I 808, Anleitung zur systematischen Beobachtung nach Vorausberechnung und graphische Darstellung I 809, Bedingungsgleichungen zur Ermittlung der Elementen Correctionen des Mondes I 809 ff, Correctionen der Mondparallaxe und des Mondradius für die Dauer einer totalen Mondfinsternis I 811, für längerer Zeitraume I 811, Bedingungsgleichungen nach Bessel für die Correction der Gestalt des Himmels I 811 812, Bedeckungen von Planeten, Berücksichtigung der Abplattung und unvollständigen Beleuchtung I 812
- Ihre Benutzung zur Bestimmung der Mondparallaxe *Parallaxe* IIIa 321, der Sonnenparallaxe IIIa 338, einer Atmosphäre des Mondes *Mond* IIIa 280, Kleben des Sterns am Mondrand IIIa 281
- Sternbezeichnung *Sternbilder* IIIb 111
- Sternbilder IIIb 109, *Einleitung* I 1, *Unwetter* IV 60, Verzeichniss derselben *Sternbilder* IIIb 109, Namen der hellsten Sterne IIIb 111, Alter der Sternbilder IIIb 112, Erinnerung derselben, Astrognosie und Hilfsmittel dazu IIIb 112, Vergleichung der Sterngrößen nach Herschel und Struve Argelander IIIb 123, Ausdehnung der einzelnen Sternbilder, Verzeichniss der in ihnen enthaltenen bekannten Doppelsterne, Nebelflecke, Sternhaufen, fuhigen und veränderlichen Sterne, der dem blossen Auge sichtbaren Sterne, s. unter den Namen der einzelnen Sternbilder
- Sternataloge, ältere von Aratus, Timochares, Hipparch, Ptolemäus IIIb 455, *Einleitung* I 19 33, verschiedene Ausgaben des Ptolemäuschen Catalogs *Sternataloge und Sternarten* IIIb 455, die Cataloge vor Erfindung und Anwendung des Fernrohrs IIIb 455 456, *Einleitung* I 72, Flamsteed's Catalog *Sternataloge* IIIb 456, Fundamental und Zonencataloge IIIb 456, die Maskelyne'schen Sterne IIIb 457, Bessel's Tabulae Regiomontinae und Bradley's Fundamenta Astronomiae IIIb 458, die Neuauflage der letzteren von Auwers IIIb 460, Wolfers' Tabulae Reductionum IIIb 458, die Fundamentalcataloge von Wolfers, Leverrier, Newcomb, Auwers (Astronomische Gesellschaft) IIIb 459, das Berliner astronomische Jahrbuch IIIb 461, die Connaissance des Temps, der Nautical Almanac and astronomical Ephemeris IIIb 462, die American Ephemeris and nautical Almanac IIIb 464, Abweichungen der in den 4 Jahrbüchern gegebenen Sternörter IIIb 464, die Pariser Konferenz 1896 zur Beschriftung gemeinsamer Grundlagen IIIb 464, der neue Newcomb'sche Fundamentalcatalog IIIb 466, Vertheilung der Fundamentalsterne über den Himmel IIIb 467 ff, die übrigen zum Theil eingegangenen Jahrbücher IIIb 469, angeschlossene Cataloge, Reductionsformeln IIIb 470, systematische Unterschiede der Cataloge IIIb 471, das mittlere, südliche System und das der Astronomischen Gesellschaft, das System L. Boss IIIb 473, Berichtigungen zu Catalogen IIIb 474, compilirte Cataloge IIIb 475, das Unternehmen der Berliner Akademie zur Herstellung eines Gesamtcataloges IIIb 477, Verzeichniss aller Cataloge IIIb 478 ff — *Einleitung* I 157 162
- Steincoordinaten *Coordinaten* I 655 ff, ihre Bestimmung s. die Specialartikel, auch *Einleitung* I 73
- Sterngrößen *Einleitung* I 1, *Astrophotometrie* I 322 343, Beziehung zwischen der Differenz der Helligkeit und Grösse I 323 349, Zahl der Sterne nach Grössenklassen I 349 S. auch Sternhelligkeit
- Sternhaufen IIIb 524, Zahl und Catalogisirung IIIb 525, Classen derselben nach Herschel IIIb 525, mikrometrische Vermessung IIIb 526 527, photographische Aufnahmen IIIb 527, ihre Anordnung und Vertheilung im Raum *Unwetter* IV 59 111 ff, als Folge von Anziehungskräften IV 121, der Sternhaufen der Sonne IV 96, ihre Entstehung *Kosmogonie* II 235

Sternhelligkeit *Astrophotometrie* I 322 343, Cataloge mit Schätzungen der Helligkeit I 343, Messungen I 344, Vergleichung der Potsdamer Photometrischen Durchmusterung mit der Harvard Photometry, den Oxforder und Bonner Beobachtungen I 345, Vergleichung der Helligkeiten nach Ptolemaeus, Al Sufi, Argelander, Heis, Behrmann, Houzeau, Pickering I 347, nach Struve, Bonner Durchmusterung, Gould, Pickering I 347, nach Seidel, Wolff, Peirce, Pickering I 348, der teleskopischen Sterne nach Heischel, Struve, Argelander I 348, *Sternbilder* IIIb 123, Helligkeit der verschiedenen Grossenklassen *Astrophotometrie* I 349, verglichen mit der Normalkurve I 349, Gesammthelligkeit I 349, Schätzungen nach Stufen I 324, Messungen an Photometern I 307 ff, Extinction des Lichtes in der Atmosphäre I 325, Tabelle dafür I 329

Helligkeitsschwankungen, s. Veränderliche Sterne

Sternkarten IIIb 455 513, Karten der dem unbewaffneten Auge sichtbaren Sterne IIIb 514, *Sternbilder* IIIb 112, Karten schwächerer Sterne *Sternatlas* und *Sternkarten* IIIb 515, Ekliptikkarten IIIb 516, übersichtliche Zusammenstellung derselben IIIb 518, die Bonner Durchmusterung IIIb 519, die Cordoba Durchmusterung IIIb 521, die photographische Himmelskarte IIIb 522

Sternnamen *Sternbilder* IIIb 111

Steinparallaxen *Parallaxe* IIIa 341, Maximum und Minimum desselben IIIa 342, Anwendung auf ekliptikale und aquatorale Coordinaten IIIa 343, Zusammenhang mit der Aberration IIIa 343, günstigste Bedingungen für die Beobachtung IIIa 344, Schwierigkeit der Bestimmung aus direktem Einfluss auf die Coordinaten IIIa 345, Rectascensionsbestimmungen des Polarsterns, Declinationsbestimmungen von  $\gamma$  Draconis,  $\alpha$  Centauri IIIa 346; Beobachtung von Circumpolarsternen in beiden Culminationen oder von Sternpaaren in 12 Stunden Abstand IIIa 346 f, Differentielle Methoden IIIa 349, Berechnung des Einflusses der Parallaxe auf die relativen Coordinaten IIIa 349, Methode der Rectascensionsdifferenzen im Meridian IIIa 350, Methode durch Messung von Positionswinkel und Distanz mit Mikrometern IIIa 350, mit Helometern IIIa 350 ff, günstigste Bedingungen IIIa 353 — *Lehnmeter* II 16

Sternschnuppen *Kometen und Meteor* II 49, sporadische, systematische II 179, Zusammenhang mit Kometen, Meteoriten II 51 112 ff 200 208, Bestimmung der Höhe II 110 132 ff, ihre Bahnen am Himmel II 118, Schweif II 119, äussere Erscheinung II 120, teleskopische II 120 124, Zahl der von einem Beobachter gesehenen II 121, Zahl und Helligkeit der beobachteten II 122, nach Monaten und Stunden

geordnet II 124, Dauer der Sichtbarkeit II 125, anomale Bewegungserscheinungen II 126, Einfluss der Bewegung der Luft II 127, der Bewegung der Erde II 127 ff, Anziehung der Erde II 127 ff, Luftwiderstand II 127 ff 148, unregelmässige Formen II 131, Bestimmung der Geschwindigkeit II 147, Tabelle der Geschwindigkeiten II 167 168, Abhängigkeit der Geschwindigkeit von der Tiefe der Eindringens in die Atmosphäre II 154, Gesetz von Didion, Robert II 154, Vertheilung nach Zeit und Raum II 158, stündliche Variation II 159, jährliche II 160, atmosphärische II 162, Erklärung für die Variationen II 163 ff, der Radiant II 164 178, Verzeichniss der Radianten II 181, elliptische Bahnen II 169, Theilnahme an der Bewegung des Sonnensystems II 170, Zenithattraction II 175 187, die Sternschnuppenschwärme II 177, die Lyriden, Perseiden II 184, die Leoniden II 114 185, die Andromediden oder Bieliden II 185, andere Schwärme II 185, Bestimmung der Bahnen II 190, Beispiel II 194, Bestimmung des Radiationspunktes aus den Elementen der Bahn II 198, Beispiel II 199, stellare Schwärme II 200, ihre Bahnbestimmung II 202, hyperbolische Geschwindigkeit II 200, über den Zusammenhang mit Kometen II 208 ff, die Lyriden, Perseiden, Leoniden, Andromediden II 211 212, Verzeichniss von Kometenbahnen und zugehörigen Radianten II 213 ff, Einfluss der Störungen durch einen Planeten auf die Bahn eines Sternschnuppenschwarms II 219 f, Bemerkenswerthe Aehnlichkeiten zwischen berechneten Radianten von Kometenbahnen und beobachteten Sternschnuppenradianten II 220, Ursprung II 222 ff, *Finkstern* I 161, Spectra *Astrospektroskopie* I 410, *Kometen und Meteor* II 117, photographische Aufnahmen *Astrophotographie* I 227 228

Stenspectraltypen s. Astrospektroskopie  
Sternsysteme s. Doppelsterne, Sternhaufen.  
Sternatlasen *Chronologie* I 602

Sternvertheilung Untersuchungen von Michell *Unwersum* IV 59, Hübner, Herschel IV 60, W. Struve IV 61 ff, Zahl der Sterne IV 64, das Material zur Untersuchung der Vertheilung IV 72, die Bonner, die südliche, die Cordoba Durchmusterung IV 72, die photographische IV 72, Unzuverlässigkeit der letzteren wegen abnehmender aktinischer Wirkung mit zunehmender galaktischer Breite IV 72, die Sternanordnungen Celorias IV 73; die ekliptikalen Karten IV 74, über die Vollständigkeit der letzteren IV 74 f, die Sternanordnungen der beiden Herschel IV 75, die photometrischen Beobachtungen IV 76 ff, die Untersuchungen von Seeberger IV 78 ff, die Anzahl der Sterne nimmt langsamer mit der Sterngrösse zu als gleichmässige Vertheilung fordert IV

87, die Verlangsamung um 40 Stuker je grosser die galaktische Breite ist IV 87, graphische Darstellungen von Schirprelli, Stantonoff, Howenau IV 92 f, die mittlere Sternsdichte des Raumes IV 93, die Mehrzahl der hellsten Sterne gehört einem die Sonne einschliessenden Sternhaufen an IV 100, die Vertheilung der verschiedenen Spectraltypen IV 101, die Spectralclassen von Pickering IV 102, von Vogel IV 103, die Vertheilung in Verbindung mit der Eigenbewegung IV 104, die Sonne steht im dichtesten Theil des Sternhaufens IV 107, Beziehung zu den Parallaxen IV 108, in der Milchstrasse überwiegen die Sterne des ersten Typus (Siriussterne) IV 109, Beziehung zwischen Sternstypus und Eigenbewegung IV 109, die graphische Darstellung der Vertheilung der Spectraltypen von Stantonoff IV 109, Vertheilung der 10sten Sterne IV 110, der Wolf-Rayet'schen Sterne IV 110, der neuen Sterne IV 111, der Nebulose und Sternhaufen IV 111 ff s. auch Milchstrasse und Univeraum

Steintag *Einleitung* I 2, *Chronologie* I 593, *Coordinationen* I 663, *Zeitbestimmung* IV 130, nicht constant IV 130, Beginn desselben IV 131, Einfluss der Nutrition IV 131

Sternwarten IIIb 530, den verschiedenen Aufgaben entsprechend verschieden eingerichtet IIIb 531, alte Steinwarten auf hohen Felsen (Mannheim) IIIb 531, auf Bergen (Seeberg) IIIb 531, moderne möglichst niedrig, zugleich Unterrichtsinstitute (Berlin) IIIb 531, Uebersicht der nothigen Räume IIIb 531, Forschungsinstitute (Pulkowa) IIIb 533, notwendige Ausstattung IIIb 535, Beschreibung der Pulkower Steinwarte IIIb 537, Aufstellung der Instrumente im Freien IIIb 538, die Fundamente IIIb 539, Leiden, Strassburg IIIb 540, Heidelberg-Königstuhl IIIb 541, München IIIb 542, Bergsterwarten IIIb 543, astrophysische und photographische Observatorien (Potsdam) IIIb 544

Die Steinwarten des Alterthums in Megraha und Samarkand, *Einleitung* I 53, spätere Sternwarten, auf der Insel Hyeen I 67, in Kassel I 72, Danzig, Paris, Kopenhagen I 97, Greenwich, Berlin I 98

Sternzeit *Chronologie* I 593, *Coordinationen* I 663, *Zeit* IV 130, Verwandlung in wahre Zeit IV 137, in mittlere Zeit IV 137, im mittleren Mittag IV 137

Stillstand *Einleitung* I 10.

Störungen, Theoretischer Theil *Mechanik des Himmels* II 278, Kidtfunctor, Potentialfunction, Potential II 284, Bewegung des Schwerpunkts II 286, Princip der Flächen II 286, die unveränderliche Ebene II 288, Erhaltung der lebendigen Kraft II 288, das Hamilton'sche Princip II 289, Lagrange's Form der Bewegungsgleichungen II 290, Differential-

gleichungen d Bewegung in rechtwinkligen Coordinaten gestörter und störender Körper II 291, die Störungfunction II 292 367, Differentialgleichungen der Bewegung in polaren Coordinaten II 292, die Störungen II 295 297, Differentialgleichungen für die Variation der Elemente, Constanten II 298, osculirende Elemente II 298, Darstellung der Coordinaten als Functionen der Elemente II 299, Gauss'sche Constante II 302 397, Masse, Durchmesser, Beschleunigungsconstanten für die Körper des Sonnensystems II 303, die Bewegung in der Hyperbel und Ellipse II 306, elliptische Bahnen, Entwicklungen nach der mittleren Anomalie II 307, nahe parabolische Bahnen II 312, Berechnung der Coordinaten u Geschwindigkeit II 314, Transformation der Differentialgleichungen für die Variation der Elemente II 317, Variation der Elemente, Einführung der störenden Kräfte II 319, für grosse Excentricitäten und für sehr kleine Excentricitäten und Neigungen II 324, die Störung der Perihelzeit in der parabolischen Bewegung II 327, Unterscheidung der speciellen und allgemeinen oder absoluten Störungen II 330, speciell Störungen in rechtwinkligen Coordinaten, Bond Encke'sche Methode II 331

Mechanische Quadratur II 332, *Mechanische Quadratur* II 618, Aufgabe derselben II 618, Interpolationsformeln II 618, summirte Reihen II 622, Hilfstafeln II 632, Beispiel II 636, Bestimmung der Coefficienten von Reihen durch mechanische Quadratur II 638.

Beispiel zur Berechnung der Störungen in rechtwinkligen Coordinaten *Mechanik des Himmels* II 336, Uebergang auf osculirende Elemente II 342, Beispiel II 343

Störungen in polaren Coordinaten, Hansen-Tietjens'sche Methode II 343, Hilfstafel dazu II 347, Beispiel II 351, Uebergang auf osculirende Elemente II 356, Vergleichung der Störungen nach beiden Methoden II 357, Uebergang auf ein anderes Störungsintervall II 357, Beispiel II 359, Variation der Elemente II 360, Beispiel II 362, Vergleichung desselben mit der Rechnung nach den beiden andern Methoden II 366

Berechnung d allgemeinen Störungen II 366, Vorbemerkungen II 366, Entwicklung der störenden Kräfte II 367, kleine Neigungen und Excentricitäten II 370, Entwicklung d negativen ungeraden Potenzen der Entfernung der beiden Himmelskörper II 372, Entwicklung der Störungfunction für Planetenbewegungen II 379, Variation der Elemente II 383, Stabilität des Weltsystems II 386 393, Secularglieder der Störungfunction II 387, Seculärstörungen in Excentricität, Neigung, Knoten und Perihel II 390, Stabilität der Bewegungen II 393, Lexell'scher Komet II 394, Seculärbewegung des Merkurperi



hels II 396, Secularstörung der mittleren Länge II 596, die Gruss'sche Constante II 397, periodische Störungen, Glieder langer Periode II 398, Beispiel, Jupiter-Saturn II 401 403, Argumente langer Periode in den Planetenbewegungen II 402, die Uranusstörung durch den Neptun II 403, Bemerkungen über die Störungen zweiter Potenz der Massen II 404, Störungen in polaren Coordinaten II 405, ideale Coordinaten, Hansen's Methode d. Störungsrechnung II 415, Differentialgleichungen für Länge und Radiusvector II 418, Entwicklungen der Störungen in Breite II 423, Entwicklung der Störungsfunktion für grosse Excentricitäten und Neigungen II 426, osculirende und mittlere Elemente II 429, Proportionalcoordinaten II 431.

Theorie der Bewegung der Satelliten Entwicklung der Störungsfunktion II 436, Entwicklungen v. Laplace II 437 *Anm.*, Integration der Differentialgleichung für Länge und Radiusvector II 440, für Breite II 444, elementare und hyperelementare Glieder II 446, Secularbewegungen von Knoten und Perigeum II 447, Secularacceleration II 449, die Entwicklung von Delaunay, Any, Weiler, Bohlén, Hansen II 451, die Secularacceleration des Mondes II 454, die historischen Finsternisse II 455, Einfluss der Ebbe und Fluth II 456, des Niederschlags v. kosmischem Staub II 456, einer sich nicht momentan fortplanzenden Schwärze II 458, die parallactische Ungleichheit II 459, Bestimmung der Sonnenparallaxe II 459, Einfluss der Secularänderung der Ekliptik auf die Lage der Mondbahn II 460, der Abplattung der Erde II 460, die Coordinaten d. Satelliten in Bezug auf die Hauptplaneten II 460, die Bewegung des siebensten Saturnsatelliten II 464, die Bewegung der Jupiterassatelliten II 468.

Die Störungen in der Bewegung der Kometen II 476, *Kometen und Meteor* II 90, der Sternschnuppenschwarme II 187, die Bewegung der Kometen bei grosser Annäherung an einen Planeten *Mechanik des Himmels* II 479, *Kometen und Meteor* II 90, Beispiel II 91 481, Uebergang auf jovientische Elemente II 91 482, Beziehung zwischen den Elementen vor und nach der Störung, Tisserand'sches Criterium II 93 Seeliger's Ableitung *Mechanik des Himmels* II 482, anomale Bewegungserscheinungen II 484, der Encke'sche Komet II 485 492, Bewegungswiderstände II 487.

Absolute Bahnen, Gylden'sche Methode II 493, intermediäre Bahnen II 494, periplegmatische Curven, Diastema, Anastema II 494, die Aufstellung der Differentialgleichungen II 495, Zerfallung der Bewegungsgleichungen in Differentialgleichungen für die intermediäre Bahn und die Störungsgleichungen II 499, die

Differentialgleichungen für die intermediäre Bahn des Mondes II 501, Integration derselben II 505, Entwicklung der Störungen der Kiste II 512, die Störungen II 514, die Convergenz der Entwicklungen II 519.

S. auch die Uebersichten in der Einleitung I 122—148, 158—160.

Störungsfunktion v. Störungen

Strahlenbrechung IIIb 548, Grundgesetze IIIb 548, das verallgemeinerte Refractionsintegral IIIb 552, Einfluss auf Finsternisse und Steinbedeckungen IIIb 552, *Finstermass* I 768, Beziehung zwischen dem Brechungscoefficienten und Radiusvector *Strahlenbrechung* IIIb 552, Zusammenhang zwischen der Dichte d. Luft und dem Brechungswinkel IIIb 553, Einfluss des Wasserdampfes auf die Strahlenbrechung IIIb 554, Beziehung zwischen dem Radiusvector, der Dichte, dem Druck und der Temperatur der Luft IIIb 554, die Constitution der Atmosphäre IIIb 557, die Bessel'sche Hypothese IIIb 557, die Annahme von Newton, Laplace IIIb 558, von Gylden, Ivory, Oppolzer IIIb 559, Tabellen für die Temperaturabnahme und Jahres-Schwankungen nach den letzten drei IIIb 561, Vortrag des Oppolzer'schen Gesetzes IIIb 564, Behandlung des Refractionsintegrals IIIb 564, die Constante der Refraction IIIb 566, das Hauptglied der Refraction und dessen Integration IIIb 567, die Correctionsglieder IIIb 572, die Bessel'sche Form der Refraction IIIb 576, Störungen der Refraction IIIb 577, die Schichtanordnungen IIIb 577, Zenithrefraction IIIb 578, Druckgefälle IIIb 578, Temperaturgefälle IIIb 578, die Strahlenrefraction IIIb 580, Resultate aus den Greenwich und Königsberger Beobachtungen IIIb 582, die Untersuchungen von Nyén IIIb 583, Bedenken gegen Verwendung der in üblicher Weise angebrachten mercur und mercurion Thermometer IIIb 585, das Aspirations-thermometer am Objectiv IIIb 587, Andeutungen in der Constitution der Atmosphäre IIIb 587, die Temperaturumkehr IIIb 588, Einfluss der Dispersion der Luft IIIb 589, Annahme einer anderen Constante für photographische Aufnahmen IIIb 591, die Bestimmung der im Refractionsausdruck auftretenden Constanten aus den Beobachtungen IIIb 592, Beobachtung von Zenithdistancen in oberer und unterer Culmination IIIb 595, Gewicht der Bedingungsgleichungen IIIb 597, über die Wahl der Refractionsconstanten und Temperaturen, die Münchener Beobachtungen IIIb 600.

Einfluss der Strahlenbrechung auf die Mikrometerbeobachtungen s. Mikrometer, auf die Beobachtungen der Zenithdistancen s. Almucantar, Meridiankreis, auf die photographischen Aufnahmen der Sternörter s. Astrophotographie, die Strahlenbrechung auf der Sonne *Sonne* IIIb 86.

Aeltere Untersuchungen der Arbei-  
(Alhazen) *Einleitung* I 52, Lycho I 67,  
Wilhelm von Hessen I 72, Cassini und  
Picard I 117, Tob Mayr, Biadley I 117  
Strahlensysteme *Astron* IIIa 274.  
Stromstärke *Längenbestimmung* II 256  
Stromunterbrecher *Reihenapparate* IIIb  
41, von Krille IIIb 42, von Knoblich  
IIIb 42, von Hansen IIIb 43  
Stromzeit *Tangentenbestimmung* II 250 257  
Stufe bei Helligkeitsmessungen *Astr. photo-*  
*metrie* I 324  
Stunde, Tages Nacht- Aequinoctial- Fern-  
punkt *Einleitung* I 3  
Stundenwinkel *Coordinationen* I 656, seine  
Berechnung für die grösste oder kleinste  
Höhe eines Sterns mit eigener Bewegung  
I 661, für den Eintritt in den ersten  
Vertical I 667, für die grösste Digression  
I 668, für Auf- und Untergang *Aufgang*  
I 430, Berücksichtigung der Refraction I  
432 s. auch Zeitbestimmung  
Synodisch *Einleitung* I 7, *Chronologie* I 597  
Systematische Fehler *Leitfaden* IIIb 602  
Systematische Unterschiede *Mikrometer* II  
17 22 23, *Mikrometer* IIIa 163, *Peri-*  
*helio* *Gleichung* IIIa 368 ff, *Starmataloge*  
IIIb 471, *Stärkenbestimmung* IIIb 595 ff  
Syzygion *Einleitung* I 7, *Chronologie* I 597  
Syzygientafeln *Chronologie* I 598, *Einlei-*  
*tung* I 753 ff

## T

Tafel der Function des Lichts *Astr. photo-*  
*metrie* I 329, der Algolstern I 351, der  
Lyrae I 352, der Minasterne I 354,  
der Orionsterne I 355, der neuen Sterne  
I 359, der halben Tagbogen *Aufgang* I  
434, zur Berechnung des Arimuths des  
Polarsterns *Arimuthbestimmung* I 440, zur  
Bestimmung mehrfacher Lösungen von  
zwei bei der Ellipse *Bahnbestimmung* I 483,  
der Kometen mit kurzer Umlaufzeit  
*Kometen und Meteor* II 70 71, der Bahn-  
nahmen zwischen elliptischen Kometen  
bahnen und grossen Planeten II 94, der  
Radianten der Kometen und Meteor II  
213, zur Berechnung der speciellen Stö-  
rungen *Mechanik des Himmels* II 335 348  
und *Mechanische Quadratur* II 632, zur  
Berechnung der Strahlenbrechung bei Mi-  
krometerbeobachtungen *Mikrometer* IIIa  
87, zur geographischen Einstellung eines  
Sterns in Arimuth und Zenithdistanz nahe  
dem Meridian *Polarhöhe* IIIa 447, zur Be-  
rechnung der Polhöhe aus Beobachtungen  
des Polarsterns IIIa 452 453, Verzeich-  
niss der Doppelsterne, Nebelflecke und  
Sternhaufen, veränderlichen und farbigen  
Sternen nach Sternbildern geordnet *Stein-*  
*bilder* IIIb 116—455, der Sternverträge  
*Starmataloge und Sternkarten* IIIb 478 bis  
511, Tafel zur Berechnung der wahren und  
mittleren Anomalie, Braker'sche Tafel, *An-*  
*hang* IV 190—237, wenn sich die wahre  
Anomalie  $180^\circ$  nähert IV 238, zur Auflo-  
sung der Lambert'schen Gleichung, Encke's

Tafel IV 240, zur Berechnung der Parall-  
axe für Kometen u Planetenbeobachtungen  
IV 244—261, für die Anzahl der Tage  
vom Anfang des Jahres IV 263, zur Ver-  
wandlung der Decimaltheile des Tags in  
Stunden, Minuten, Secunden IV 264, zur  
Verwandlung der mittleren Zeit in Stern-  
zeit IV 265, zur Verwandlung der Stern-  
zeit in mittlere Zeit IV 266, zur Reduc-  
tion d Circummeidrehhöhe IV 268—293,  
Verzeichniss der Bahnelemente der Kome-  
ten IV 296—321, der kleinen Planeten  
IV 324 347, der grossen Planeten IV  
346 347  
Tag, astronomischer, bürgerlicher, wahrer,  
mittlerer Sonnentag, Sternzeit *Einleitung* I 2,  
*Chronologie* I 593 594, *Coordinationen* I 663,  
*Zeitbestimmung* IV 130, Verschiedenheit  
IV 131, des Verhältniss derselben zu ein-  
ander IV 131  
Tagebogen *Einleitung* I 2, *Aufgang* I 430,  
Tafel dafür I 434  
Taurus, der Stern *Sternbilder* IIIb 406, Gren-  
zen und Anzahl der dem blossen Auge  
sichtbaren Sterne IIIb 406, Verzeichniss  
der Doppelsterne IIIb 406, der Nebel-  
flecke und Sternhaufen IIIb 409, der ver-  
änderlichen Sterne IIIb 410, der farbigen  
Sterne IIIb 410, Precessionstabelle IIIb  
411  
Telescopium, das Fernrohr *Sternbilder* IIIb  
411, Grenzen und Anzahl der dem blos-  
sen Auge sichtbaren Sterne IIIb 411, Ver-  
zeichniss der Doppelsterne IIIb 411, der  
Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 412, d  
veränderlichen Sterne IIIb 412 454, der  
farbigen Sterne IIIb 413, Precessions-  
tabelle IIIb 413  
Teleskop *Aquatorial* I 189, *Fernrohr* I 700  
Temporälistunden *Einleitung* I 3  
Tethys s Planeten, Saturn IIIa 428  
Theilfehler IIIb 602, systematische oder  
periodische und zufällige IIIb 602, Me-  
thoden zur Bestimmung von Bessel IIIb  
605, Nyren IIIb 606, Kaiser IIIb 607,  
Hansen IIIb 610, Vermeidung der An-  
häufung der Fehler bei der Bestimmung  
IIIb 603, ihre Bestimmung an den Scal-  
en des Helimeters *Helimeter* II 20, ihre  
Elimination durch Versetzen des Kreuzes  
*Umrissinstrument* IV 45  
Theodolith s Azimuthalinstrument  
Thierkreis *Einleitung* I 3, Einteilung in  
*Zeichen* I 19, s auch Ekliptik  
Titan s Planeten, Saturn IIIa 428  
Titania s Planeten, Uranus IIIa 428  
Titius'sches Gesetz *Planet* IIIa 385  
Tolidanische Tafeln *Einleitung* I 53  
Transmissionscoefficient *Astr. photometrie*  
I 326  
Trepidation *Einleitung* I 59 51 54  
Triangulum, das Dreieck *Sternbilder* IIIb  
413, Grenzen und Anzahl der dem blos-  
sen Auge sichtbaren Sterne IIIb 413, Ver-  
zeichniss der Doppelsterne IIIb 413, der  
Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 414, der  
veränderlichen Sterne IIIb 415, der far



- bigen Sterne IIIb 415, Präcessionstabelle IIIb 415  
 Triangulum australe, das südliche Dreieck *Sternbilder* IIIb 415, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 415, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 415, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 416, der veränderlichen Sterne IIIb 416 453, der farbigen Sterne IIIb 416, Präcessionstabelle IIIb 416  
 Triquetrum *Gnomon* II 3  
 Tropischer Umlauf *Einleitung* I 20, *Chronologie* I 594  
 Tucana, der Tukan *Sternbilder* IIIb 416, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 416, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 417, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 417, der veränderlichen Sterne IIIb 418, der farbigen Sterne IIIb 418, Präcessionstabelle IIIb 418

## U

- Uhr, Pendeluhr, erste Anwendung zur Beobachtung *Einleitung* I 72, *Uhr* IV 1, einzelne Theile und ihre Wirkungsweise IV 2, Geschichtliches IV 3, die Schwingungsdauer abhängig von der Amplitude IV 8, Cycloidenpendel IV 9, Aufhängung des Pendels IV 10, Compensation gegen Temperatur IV 11, Holzpendel, Rostpendel, verschiedene Arten IV 12, Hebelcompensationspendel und Quecksilbercompensation IV 14, Rüchler'sche Pendel IV 15, Compensation gegen Luftdruck, verschiedene Constructionen zur Compensation oder Aufhängung im luftdichten Raum IV 16 ff, Hemmung IV 20, günstigste Bedingung für ihre Wirkung IV 21, verschiedene Arten IV 21 ff, der Antrieb IV 32 ff, die Controle durch Zeitbestimmung, durch Vergleichung mit sich frei bewegenden Pendeln IV 41, s auch Chronometer I 625  
 Uhr correction s Umland.  
 Umgang *Chronometer* I 635, *Mirandarius* IIIa 13, Zeitbestimmung IV 139, abhängig von Temperatur, Barometer, Feuchtigkeit IV 139  
 Uhrstand *Chronometer* I 635, *Langenbestimmung* II 259, *Mirandarius* IIIa 4 12, Zeitbestimmung IV 139  
 Uhrvergleichung, durch Coincidenzen *Langenbestimmung* II 252, durch Signale IV 255, mit besonderer Coincidenzzeit II 261  
 Uhrwerk beim *Aequatorial* I 189, beim *Heliosat Astrophotographie* I 216, beim photographischen Fernrohr I 230.  
 Umbriel s Planeten, Uranus IIIa 430  
 Umlaufzeiten siderische, synodische, diakonische *Einleitung* I 7, anomalistische I 8, zodiakale I 10, tropische I 20, *Chronologie* I 594  
 Ungleichheit *Einleitung* I 14 21 ff 68, *Mechanik des Himmels* II 458 ff, s auch Störungen

- Universalinstrument IV 41 44, *Astronomie* I 204 ff, *Mirandarius* IIIa 1, *Methode der kleinsten Quadrate* IIIa 35, Beschreibung IV 44, Umlegevorrichtung IV 45, Bedingungen, denen das Instrument genügen muss IV 46, Berichtigung d. Axen IV 46, des Collimationsfehlers IV 47, Einfluss der übrig bleibenden Instrumentalfehler, bei centrischem Fernrohr IV 48, Azimuthal Höhenaxe IV 48, Berücksichtigung excentrischer Lage des Fernrohrs bei Bestimmung des Collimationsfehlers IV 51, Messung von Zenithdistanzen IV 52, Bestimmung des Zenithpunkts IV 52, Berücksichtigung der Veränderung der Stellung der Mikroskopträger IV 53, die Alhadenbilder IV 53  
 Bestimmung des Azimuths I 435 ff, des Azimuths zur Ermittlung der Zeit *Zeitbestimmung* IV 174, der Polhöhe *Polhöhe* IIIa 454 ff, Berücksichtigung der Krümmung der Parallels IIIa 471, der Zeit *Zeitbestimmung* IV 140 ff, Berücksichtigung ungenauer Kenntniss des Zenithpunkts IV 150, Beobachtungen zur Bestimmung der Nutationsconstante *Nutation* IIIa 306  
 Universalinstrument IV 54, Beschreibung IV 55, Bestimmung der Zeit aus Beobachtungen zweier Sterne in gleichen Azimuthen IV 56, *Zeitbestimmung* IV 152 158, Bestimmung des Azimuths IV 56, Bestimmung der Polhöhe *Polhöhe* IIIa 477  
 Universum IV 57, historische Entwicklung der Ansichten darüber IV 57, Kant IV 58, Lambert IV 59, Systeme verschiedener Ordnung, ihre Ausdehnung IV 59, Michell's Ansicht über die Zusammengehörigkeit der Sterngruppen IV 60, W und J Herschel, die Sternhaufen IV 60, Ansichten über die Gestalt des Milchstrassensternhaufen und seine Constitution IV 61, W Struve's *Etudes d'Astronomie stellaire* IV 62, die Milchstrasse IV 65, mittlere Dichte der Materie im Welt-raum IV 96 123, Annahme anderer Raumformen für die Vorstellung des Universums IV 124 ff s auch Kosmogonie, Milchstrasse  
 Unruhe der Luft, Verschiedenheit des Einflusses auf directe und photographische Spectralbeobachtungen *Astrospectroskopie* I 390 391  
 Untergang s Aufgang  
 Uranus, seine Entdeckung *Einleitung* I 157, Unregelmässigkeit seiner Bewegung I 159, *Mechanik des Himmels* II 403, die mittlere tägliche siderische Bewegung II 402, Beziehung derselben zu der des Saturn, Jupiter, Neptun II 403, ältere Beobachtungen *Planeten* IIIa 429, Durchmesser, Albedo, Masse IIIa 430, Flecken und Streifen, Rotation IIIa 430, rückläufige Bewegung, Neigung der Rotationsaxe *Kosmogonie* II 240 ff, seine Helligkeit *Planeten* IIIa 387 429, *Astrophotographie* I 339, Albedo I 340, *Planeten* IIIa 388,

sein Spectrum *Astrospectroskop* I 407, die Satelliten *Planeten* III 430, ihr Durchmesser, die Neigungen ihrer Buhnebenen III 430, ihre Albedo *Astrophotometrie* I 340

Uinibel, Urstoff *Kosmogonie* II 230 231

Uia major, der grosse Bar *Sternbilder* IIIb 419, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 419, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 419, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 422, der veränderlichen Sterne IIIb 426, der farbigen Sterne IIIb 427, ProceSSIONstabelle IIIb 427.

Uia minor, der kleine Bar *Sternbilder* IIIb 427, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 428, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 428, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 429, der veränderlichen Sterne IIIb 429, der farbigen Sterne IIIb 429, ProceSSIONstabelle IIIb 430

V

Variation der Constanten *Einleitung* I 132, *Mechanik des Himmels* II 296 317 ff 360 383

- der Distanzen *Einleitung* I 150
- des Mondes *Einleitung* I 49 52 68 ff, *Mechanik des Himmels* II 440
- der Sternschnuppen, die stündliche *Kometen und Asteroiden* II 159, die jährliche II 160, die vierteljährliche II 162, die Erklärung dafür II 163

Variation säcularis *ProceSSION* IIIb 12

Vela 4 Argo

Venus *Planeten* IIIa 384 393, Irradiation IIIa 385, Helligkeit IIIa 387, *Astrophotometrie* I 338, Albedo I 340, Veränderlichkeit der Helligkeit zur Zeit des Maximums *Planeten* IIIa 393, Elongation und Retrogradation IIIa 393, Durchmesser, Masse IIIa 393, *Mechanik des Himmels* II 396, dunkle Flecken, Phasen *Planeten* IIIa 393, Entdeckung der letzteren durch Galilei *Einleitung* I 75, die Rotation *Planeten* IIIa 393 ff, dichte Atmosphäre IIIa 396, Lichterscheinungen auf der Nachtseite IIIa 397, weisse Flecke IIIa 397, aschgraues Licht IIIa 397, das Spectrum *Astrospectroskopie* I 406, ihre mittlere tägliche siderische Bewegung *Mechanik des Himmels* II 402, Beziehung zu der des Merkur, der Erde, des Mars II 402 403, die Störungen der Erde *Einleitung* I 145, ihre Beobachtung zur Bestimmung der Sonnenparallaxe *Parallaxen* IIIa 327 333 ff, mittlere Entfernung von der Erde zur Zeit der Conjunction IIIa 330, ihre Bedeckung IIIa 338 — *Kosmogonie* II 241 243

Die Vorübergänge vor der Sonne *Parallaxen* IIIa 327 333 ff, *Protektionen* I 818, Möglichkeit des Eintreffens I 818, Periode derselben I 820, die frühesten Beobachtungen I 821, genaue Vorbereitung I 822 824, Ausdrücke für die

Ränderberührungen I 823, für die Entfernung der Mittelpunkte I 824, Werth derselben für die Bestimmung der Sonnenparallaxe und Ermittlung der Genauigkeit dieser Bestimmung durch die Beobachtungen in verschiedenen Orten der Erde I 825, Berechnung der Grenzcurven, Eintritt emer gegebenen Phase I 828

Venusmond *Planeten*, Venus IIIa 398

Veränderliche Sterne *Einleitung* I 76 117, *Astrophotometrie* I 325 349, ihre Beobachtung I 324 325, Verzeichnisse derselben I 350, ihre Bezeichnung I 350, verschiedene Classen I 350, Algoltypus I 350, Reduction auf den Sonnenmittelpunkt I 350, Verzeichniss der Algolsterne I 351, Lyrrtypus I 351, Verzeichniss der Lyrrsterne I 352, Miratypus I 353, Verzeichniss der Mirasterne I 354, Oriontypus I 354, Verzeichniss der Orionsterne I 355, Uebersicht nach der Periodendauer I 355, neue Sterne I 355, Verzeichniss derselben I 358, Spectra der veränderlichen und neuen Sterne I 357 ff, Erklärung des Lichtwechsels der veränderlichen und neuen Sterne I 359, *Kosmogonie* II 234 ff, Berechnung der Bahn des Begleiters für Algolsterne *Doppelsterne* I 694

Verzeichnisse der veränderlichen und neuen Sterne s unter den einzelnen Sternbildern

Veränderlichkeit der Polhöhe *Polhöhe* IIIa 490, *Mechanik des Himmels* II 569 ff

Vergroesserung *Fernrohr* I 716 730, Bestimmung derselben I 736

Vernier s Nonius IIIa 298

Verspannungen bei optischen Gläsern *Fernrohr* I 707

Vertical *Coordinaten* I 655, erster I 655, Beobachtungen im ersten Vertical s Prismsinstrument, Polhöhe

Verticalkreis Beschreibung IV 127

Verticalkreise *Coordinaten* I 655

Vesta, ihre Entdeckung *Einleitung* I 157, ihr Spectrum *Astrospectroskopie* I 406

Virgo die Jungfrau, *Sternbilder* IIIb 430, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 430, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 431, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 434, der veränderlichen Sterne IIIb 443 453, der farbigen Sterne IIIb 443, ProceSSIONstabelle IIIb 444.

Volans, der fliegende Fisch *Sternbilder* IIIb 444, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 444, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 444, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 445, der farbigen Sterne IIIb 445, ProceSSIONstabelle IIIb 445

Vulcan *Mechanik des Himmels* II 396, *Planeten* IIIa 434

Vulpecula, der Fuchs *Sternbilder* IIIb 445, Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 445, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 446, der

Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 447,  
der veränderlichen Sterne IIIb 447 454,  
der farbigen Sterne IIIb 447, Præcessions-  
tabelle IIIb 445

## W

Wahrscheinlicher Fehler *Methodi dei* Klein-  
sten *Quadrates* IIIa 34, für den wahr-  
scheinlichsten Werth IIIa 38

Wahrscheinlichkeitsrechnungs Methode  
der kleinsten Quadrate

Wahrscheinlichster Werth *Methodi dei*  
kleinsten *Quadrates* IIIa 27 ff., 36 ff

Wasseruhr *Einkleitung* I 32, *Zeitbestimmung*  
IV 129

Wasserwaage's Niveau, Libelle

Weber'sches Gesetz zur Erklärung für die  
Beschleunigung des Ecken'schen Ko-  
meten heringezogen *Mechanik der Himmels*  
II 486

Wellen bei den optischen Gläsern *Polaris*  
I 707

Wellenlängen, Catalog derselben *Astrospec-*  
*trioskopie* I 394

Weltraum, Beschaffenheit desselben *Einkleitung*  
I 161 s auch *Universum* IV 124

Weltsysteme's Sonnensystem

Weltzeit *Chronologie* I 594, *Zeitbestimmung*  
IV 133

Wandekreis *Einkleitung* I 5

Wandepunkte *Chronologie* I 595

Widerstehendes Mittel *Einkleitung* I 160,  
*Kometen und Meteor* II 74 75, *Mechanik*  
des Himmels II 485 487, Bewegung in  
demselben II 488, Constante des Wider-  
stands *Planeten* IIIa 390

Winnecke's Komet zur Bestimmung der  
Merkursmasse *Planeten* IIIa 390

Winterpunkt *Chronologie* I 595

Wintersolstiz sonnenwende *Einkleitung* I 5,  
*Chronologie* I 595, *Coordinaten* I 657

## Z

Zahl, goldene *Chronologie* I 598 618

Zapfenform *Almucantaris* IIIa 4

Zapfengleichung oder -ungleichheit *Niveau*  
IIIa 293 ff

Zeichen des Fierkreises *Einkleitung* I 19,  
*Chronologie* I 595

Zeit bürgerliche, mittlere, Orts-, Stern-, wahre,  
Welt, Zonen *Chronologie* I 593 ff., *Zeit*  
IV 130 ff., *Uhrzeit* IV 139; *Maaß* der  
Zeit IV 129, *Einheit* IV 129, Unter-  
abtheilungen IV 129, *Sonntag*, *Stein*tag  
IV 130, *Verschiedenheit* IV 131, Ver-  
wandlung der mittleren und wahren Zeit  
in einander mit Beispiel IV 136, der  
Sternzeit und wahren Zeit IV 137, der  
Sternzeit und mittleren Zeit IV 137, Stern-  
zeit im mittleren Mittag IV 137, Beispiele  
IV 138

Zeitbestimmung aus beobachteten Meri-  
diandurchgängen IV 140; aus einer beob-  
achteten Zenithdistanz IV 140, günstigste  
Bedingungen dafür IV 141, Beobach-  
tung der Sonne IV 142, Einfluss der

gleichlichen Aberration IV 143, der Biegung  
IV 143, Beispiel IV 143, aus mehreren  
nach einander gemessenen Zenithdistanzen  
IV 143, getrennte Reduction der einzelnen  
Zenithdistanzen IV 143, Beispiel IV 144,  
Reduction des Mittels der Zenithdistanzen  
auf das Mittel der Uhrenzeiten IV 145,  
Grenzbestimmungen für die practische An-  
wendung IV 148, Reduction des Mittels  
der Uhrenzeiten auf das Mittel der Zenith-  
distanzen IV 148, Beispiel IV 148, Ein-  
fluss der Refraction IV 150, Correction  
wegen des Zenithpunkts im Universalin-  
strument IV 150, wenn der Zenithpunkt  
unbekannt IV 151, Verbesserung wegen  
Refraction IV 151, Bestimmung aus  
gleichlichen Höhen verschiedener Sterne öst-  
lich und westlich des Meridians IV 152,  
günstigste Bedingungen IV 153, Einfluss  
der Refraction IV 155, Beobachtung der  
Sonne IV 155, Berücksichtigung der Ände-  
rung der Deklination IV 155, Mittags-  
verbesserung IV 156, Mittagsmittagsver-  
besserung IV 157, Beispiel IV 157, Be-  
obachtung von Sternen im Vertical des  
Polarsterns IV 158, Entwicklung der  
Formeln IV 158, strenge Ausdrücke IV  
159, Reduction von den Seitenfäden auf  
den Mittelfaden IV 162, für Zeitsteine  
IV 163, für den Polarstein in der Nähe  
des Meridians IV 165, Beobachtung des  
Polarsterns in der Nähe der Digression  
IV 166, Berücksichtigung der Fehler,  
Angaben über die practische Anstellung  
der Beobachtungen IV 166, Vorausset-  
zung für die Zeitsterne und den Polar-  
stern durch Sternephemeriden IV 167,  
Hilfstafern IV 168, Schema IV 170, Bei-  
spiel IV 171, Zeitbestimmung aus dem  
beobachteten Azimuth IV 174, Anordnung  
der Beobachtungen IV 174

Näherungsmethoden durch Beobach-  
tung des Verschwindens eines Sterns hinter  
einem terrestrischen Object IV 175, durch  
zwei beobachtete Höhen von zwei Sternen  
und der Zwischenzeit, ohne Kenntniss der  
Polhöhe IV 175, Anwendung zur See, wo  
eine Sonnenhöhe in der Nähe, die andere  
außerhalb des Meridians beobachtet wird,  
Berücksichtigung der Ortsveränderung des  
Schiffs IV 176 177, durch das Diplo-  
doskop, Chronodeik IV 177, Prismsen-  
prisma IV 178, Eble's Sextant IV 179,  
Astronomisches Netz IV 180, durch  
Sonnenuhren IV 180

S ausserdem Zeitbestimmungen bei  
Ptolemäus *Einkleitung* I 32, Longomontanus  
I 73, am Almucantar *Almucantar* I 196  
197, im Meridian *Jahresbestimmung* II  
255, *Almucantaris* IIIa 12, mit Beispiel  
IIIa 14, am Universaltriest *Universal*  
*triest* IV 56

Zeitgleichung *Einkleitung* I 70, Tycho  
nimmt sie verschieden für die Bewegung  
der Mond- und Sonnenorte in I 70, bei  
Kepler I 92, *Chronologie* I 594, *Zeit*

- IV 132 134 f, verschieden an denselben Tagen verschiedener Jahre IV 135, Tabelle IV 135, ihr Lauf IV 135
- Zeitrechnung s Chronologie
- Zenith *Einleitung* I 2, *Coordinationen* I 655, geocentrisches, scheinbares *Parallaxe* III 315, *Polhöhe* III 441
- Zenithattraction der Sternschuppen *Kometen und Meteore* II 175 187
- Zenithdistanz *Coordinationen* I 655, Berechnung aus Polhöhe, Deklination und Stundenwinkel I 661, *Milomuten* III 85, scheinbare und wahre *Parallaxe* III 314 317, Einfluss der Parallaxe in Zenithdistanz III 317, der Strahlenbrechung III b 550 ff, der Aberration *Zeit* IV 143, Bestimmung am Meridiankreis III 18, Verbesserung für Fadenneigung und Krümmung des Parallels III a 21 f, *Universalinstrument* IV 52, *Polhöhe* III a 442 ff, Tabelle zu genauere Einstellung in der Nähe des Meridians III a 447, Beobachtungen der Sonne III a 455, am Passageninstrument oder Zenithteleskop III a 467, Reduction auf den Meridian, wenn das Instrument im Meridian steht III a 471, wenn es nicht im Meridian steht III a 445 ff 471, Einfluss der Strahlenbrechung III 472, Einfluss der Biegung *Biegung* I 575, *Polhöhe* III 455
- Zenithpunkt *Meridiankreis* III 18, *Universalinstrument* IV 52 f, *Zeitbestimmung* IV 150
- Zenithteleskop *Polhöhe* III a 468, photographisches III a 475
- Zetritzer *Milomuten* III 68, Bestimmung der Rectascensions und Deklinationsdifferenz III 68, Justirung III 68
- Zodiacus *Einleitung* I 3, *Chronologie* I 595
- Zodiakallicht IV 184, Beschreibung IV 184, photographische Aufnahmen IV 185, des Schnittphotometer IV 185, der Gegenstein IV 186, Erklärung IV 186, *Kosmogonie* II 244 f
- Zodiakaltafel *Chronologie* I 596
- Zonenbeobachtungen *Rectascensionsbestimmung* III b 33, s Zonencataloge
- Zonencataloge *Sternataloge* III b 456 470
- Zonenphotometer *Astrophotometrie* I 313
- Zonenzeit *Chronologie* I 595, *Zeitbestimmung* IV 133.



pag 320, Zeile 14 v o statt  $\frac{\partial \lambda}{\partial \rho}$  lies  $\frac{\partial \lambda}{\partial \rho}$

" 322, " 13 14 v o fehlt (8) als Bezeichnung der Gleichungen

" 322, " 16 v o fehlt hinter  $Q + P(\omega)$  die Schlussklammer

" 342, " 10—12 v u fehlt (5) als Bezeichnung der Gleichungen

" 342, " 8 v u fehlt (6) als Bezeichnung der Gleichungen

" 343, " 17 v u statt  $v = 206^\circ 22' 80'' 42$  lies  $206^\circ 28' 30'' 42$

" 350, " 14 v u statt  $mm E$  lies  $mm F$

" 351, " 12 v o statt  $\Phi'$  lies  $\Phi_1$

" 356, " 20 v o statt  $P_m$  lies  $P_1 m$

" 356, " 8 v u statt  $sec \varphi^3$  lies  $sec^3 \varphi$

" 362, " 18 19 v o statt  $X$  lies  $\Xi$

" 362, " 20 v u statt  $+ s \sin(v + \omega)$  lies  $- s \sin(v - \omega)$

" 367, " 16 v o statt  $E_1' \cos 2(L - \pi)$  lies  $2E_1' \cos 2(L - \pi)$

" 368, " 16 v u statt  $1, \tau$  lies  $\tau, 1$

" 372, " 1 v o statt  $\frac{\partial^2}{\partial a^2} \left( \frac{1}{\rho^3} \right)_0 (a\sigma)^2$  lies  $\frac{\partial^2}{\partial a^2} \left( \frac{1}{\rho^3} \right)_0 (a\sigma)$

" 372, " 9 v o im letzten Glied fehlt der Coefficient  $\frac{1}{2}$

" 375, " 16 v u statt  $\alpha^3$  lies  $\alpha^2$

" 376, " 11 v o diese Zeile muss heissen

$$J_s^{(x-1)} = \frac{1}{2s-1} \left\{ (2s+2s-3) \frac{1+\alpha^2}{(1-\alpha^2)^s} J_{s-1}^{(x-1)} - (2s-2s+1) \frac{2\alpha}{(1-\alpha^2)^s} J_{s-1}^{(x)} \right\}.$$

" 380, Zeile 11 v o. statt  $\alpha' \sigma' (v - v') \sum \frac{\partial B_0^{(x)}}{\partial a'}$  lies  $\alpha' \sigma' (v - v') \sum \frac{\partial B_0^{(x)}}{\partial a'}$

" 382, " 12 v u statt  $\beta$  lies  $\beta$

" 382, " 1 v u statt  $\sin \frac{1}{2} I^2$  lies  $\sin^2 \frac{1}{2} I$

" 383, " 4 v o statt  $\Sigma^1$  lies  $\Sigma \frac{1}{2}$

" 383, " 6 v o statt  $\sin(v + \pi_0')$  lies  $\sin(v' + \pi_0')$

" 383, " 8 v o statt  $2 \sin^2 \frac{1}{2} I$  lies  $2 \sin^2 \frac{1}{2} I$

" 384, " 17 v o statt  $\frac{d\Omega}{d\omega}$  lies  $\frac{\partial \Omega}{\partial \omega}$

" 389, " 2 3 v o fehlt auf der rechten Seite der Gleichung der Coefficient 2

" 389, " 8 v u statt  $\frac{\partial B_0^{(1)}}{a}$  lies  $\frac{\partial B_0^{(1)}}{\partial a}$

" 389, " 8 v u statt  $\frac{dP_0^{(1)}}{da}$  lies  $\frac{dP_0^{(1)}}{da}$

" 391, " 10 v u statt  $(21)' \Xi$  lies  $(21) \Xi'$

" 393, " 19 v o nach  $F_2$  fehlt die erste Schlussklammer

" 410, " 12 v o fehlt die Schlussklammer }

" 418, " 11 v u statt  $\frac{d^2 x}{dt^2}, \frac{d^2 y}{dt^2}, \frac{d^2 z}{dt^2}$  lies  $\frac{d^2 x}{dt^2}, \frac{d^2 y}{dt^2}, \frac{d^2 z}{dt^2}$

" 424, " 9 10—20 24 27 v o sind mehrfach für  $\epsilon$  ungleiche Typen

" 426, " 8 v u statt  $\cos P_1'$  lies  $\cos^2 E'$

" 431, " 4 v o statt  $22(3)$  lies  $23(3)$

" 437, " 6 v u statt  $\frac{ds}{dL} \frac{\partial \delta_0}{\partial L}$  lies  $\frac{1}{14} \frac{ds}{dL} \frac{\partial \delta_0}{\partial L}$

" 445, " 4 6 v o statt  $\delta_0$  lies  $\delta r$

" 446, " 12 v o statt (4) lies (4a)

" 458, " 21 v u statt  $P$  lies  $N$

" 459, " 6 v o statt Beobachtungen lies Beobachtungen

" 460, " 17 v o statt  $\sin \delta^3$  lies  $\sin^2 \delta$

" 461, Fig 273 statt  $\Omega$  lies  $\Omega_0$

" 462, Zeile 18 v o statt  $\alpha - \Omega_0$  lies  $(\alpha - \Omega_0)$

- pag 462, Zeile 24 v o statt  $D\Omega$  lies  $D'\Omega$   
 „ 465, „ 2 v u statt  $\frac{\partial\Omega}{\partial a}$  lies  $\frac{\partial\Omega}{\partial a}$   
 „ 466, „ 1 v u statt  $\frac{d\rho_1}{dt}$  lies  $\frac{d\rho_1}{dt}$   
 „ 467, „ 12 v u statt (8) lies (8)  
 „ 474, „ 2 v o statt  $\partial B_{34}^{(2)}$  und  $B_{31}^{(2)}$  lies  $\partial B_{31}^{(2)}$  und  $\overline{B}_{11}^{(2)}$   
 „ 483, „ 16 v u statt  $\mu$  lies  $\mu_1$   
 „ 485, „ 14 v o statt  $\int_0^\psi$  lies  $\int_0^\psi$   
 „ 490, „ 9 v u fehlt die Anfangsklammer (  
 „ 491, „ 7 v u statt  $2A(c_0 - cv) \frac{2}{2A}$  lies  $\{2A(c_0 - c_0)\} \frac{2}{2A}$   
 „ 542, „ 12 v u fehlt (5) als Bezeichnung der Gleichung  
 „ 548, „ 3 v o fehlt (2) als Bezeichnung der Gleichung  
 „ 550, „ 3 5 v u statt  $\alpha$  lies  $\alpha$   
 „ 567, „ 22 v u statt  $\beta_1$  und  $\alpha_1$  lies  $\beta_1$  und  $\sigma_1$   
 „ 567, „ 15 v u statt  $XY$  lies  $X'Y'$   
 „ 581, „ 8 v o statt  $\sin \varepsilon \sin (\psi' - \psi) \frac{\partial V}{\partial \varepsilon'}$  lies  $-\sin \varepsilon \sin (\psi' - \psi) \frac{\partial V}{\partial \varepsilon'}$   
 „ 581, „ 2 3 v u statt  $E', \Psi'$  lies  $E_0', \Psi_0'$   
 „ 582, „ 5 v o statt  $\sin \varepsilon' \sin (\psi' - \psi) \sin \varepsilon'$  lies  $\sin \varepsilon \sin (\psi' - \psi) \sin \varepsilon'$   
 „ 582, „ 7 v o statt  $\cos \varepsilon' \sin (\psi' - \psi) \sin \varepsilon'$  lies  $\cos \varepsilon \sin (\psi' - \psi) \sin \varepsilon'$   
 „ 583, „ 13 v u ist  $f_3$  im Nenner zu streichen  
 „ 602, Fig 279 für  $R$  ist einmal zu setzen  $R'$   
 „ 618, Zeile 7 v u statt  $M(n)$  lies  $M_1(n)$   
 „ 623, „ 12 v u statt  $P'_{2k-1}$  lies  $P'_{2k-1}$   
 „ 625, „ 8 v o statt 491 lies 191  
 „ 627, „ 1 v o statt  $(x)$  lies  $f(x)$

### c) Zum dritten Band, erste Abtheilung

- pag 26, Zeile 6 v o statt  $\cos(\delta_0 + h')$  lies  $\cos(\delta_0 \pm h')$   
 „ 33, „ 8 v o statt das lies dass  
 „ 43, „ 21 v o statt  $\frac{\Sigma}{\partial v_2}$  lies  $\frac{\partial \Sigma}{\partial v_2}$   
 „ 52, „ 17 v o fehlt (19) als Bezeichnung der Gleichung  
 „ 53, „ 2 v o das 2 und 3 Zeichen — soll sein +  
 „ 55, „ in der ersten Spalte, letzte Zeile des Beispiels statt 94788 lies 94780  
 „ 58, „ 2 v u fehlt (1) als Bezeichnung der Gleichung  
 „ 89, „ 6 v o statt 78879 lies 77879  
 „ 102, „ 12 v u statt 56815 lies 56615, dadurch wird  $\tau \cos \delta$  41770,  $\delta' - \delta$  699" 83,  
 Mittel 612" 18,  $\delta \mathcal{J}$  (p 103 letzte Zeile) 10° 28' 28" 3  
 „ 128, „ 10 v o und die Ueberschrift statt Tafel I lies Tafel II  
 „ 135, „ 15 v u und die Ueberschrift statt Tafel II lies Tafel III  
 „ 153, „ 4 v u statt  $SPP'$  lies  $SPS'$   
 „ 168, „ 1 v o statt  $\cos \lambda' - \lambda$  lies  $\cos(\lambda' - \lambda)$   
 „ 330, „ 5 v o statt  $d\rho'$  lies  $d\rho$   
 „ 330, „ 6 v o statt  $d + D'$  lies  $\delta + D'$   
 „ 344, „ 3 v o statt  $\Delta \beta$  lies  $\Delta \delta$   
 „ 346, „ 13 v u statt  $-\pi_2 R \sec \delta_2 \cos(\bigcirc + V)$  lies  $-\pi_2 R \sec \delta_2 \cos(\bigcirc + V)$   
 „ 349, „ 3 v u statt  $-\hbar \sin(II + \alpha)$  lies  $+\hbar \sin(II + \alpha)$   
 „ 359, „ 12 v u statt  $\cos s_0$  lies  $\cos s_0$   
 „ 360, „ 3 v u statt grographische lies geographische

- pag 475, Zeile 18 v u Nach Mittheilung des Herrn Prof MARCUS rühen die Angaben zur Construction des photographischen Zanthoteleskops von ihm allein her
- „ 476 „ 16 n v o Die Benutheilung der photographischen Methode gründet sich, wie im Text angegeben, auf die Versuche der Internationalen Erdmessung, seit Abfassung des Artikels sind aber die Versuche mit erheblichem glünstigerem Erfolg, wie aus den späteren Berichten hervorgeht, fortgesetzt
- „ 490, „ 3 v o nach  $(\varphi - \delta_1)$  im linken Theil der Gleichung fehlt ]

## d) Zum dritten Band, zweite Abtheilung

- pag 3, Zeile 17 v u statt  $r_1^2$  lies  $r_1^3$
- „ 5, „ 3 v o statt  $r_1^3$  lies  $r_1^2$
- „ 5, „ 21 v u statt  $\Pi_0$  lies  $\Pi_0'$
- „ 8, „ 1 v o statt  $\nabla_1 A \nabla$  lies  $\nabla_1 A K$
- „ 12, „ 9 v o statt  $\lambda_0'$  lies  $\beta_0$
- „ 14, „ 3 v u statt  $Z_0 s_0$  lies  $Z_0 \sim_0$
- „ 15, „ 13 v u statt  $\delta_0'$  lies  $\delta_1'$
- „ 31, „ 5 v u statt  $um^2 z$  lies  $um^2 z$
- „ 59, „ 21 v u statt 725 lies 723
- „ 74, „ 19 v u hinter Loomis fehlt ein Komma
- „ 102, „ 11 v o statt  $\delta + v$  lies  $\delta + V$
- „ 102, „ 7 v u das Mittel der  $\xi$  giebt statt 1236 1116, damit wird Zeile 3 v u  $A = 237^\circ 8$ ,  $D = +2^\circ 7$ ,  $q = 263$
- „ 109, „ 19 v o statt Sonnenconstellation lies Sternconstellation
- „ 115, „ 11 v u ist 1) zu streichen
- „ 122, „ 16 v o ist 2) „ „
- „ 124, „ 15 v o ist 3) „ „
- „ 125, „ 5 v u ist 4) „ „
- „ 132, „ 17 v u ist 5) „ „
- „ 221, Es fehlt die Ueberschrift »Nebelflecke und Sternhaufen«
- „ 493, Spalte 1 statt Second Radcliffe Catalogue lies Radcliffe
- „ 493, „ 4 statt  $\zeta_9$  lies  $II$  und  $S_9$
- „ 551, Zeile 2 v o statt  $V_0$  lies  $v_0$
- „ 552, „ 16 v o statt  $\frac{\mu_0}{\mu_1}$  nach dem Integralzeichen lies  $\frac{\mu_0 a}{\mu_1}$
- „ 563, „ 9 v o  $s$  gehört über die Gradstrahlen
- „ 565, „ 7 v o, die Formel lautet  $\omega \left[ 1 - \frac{\mu_0^2}{\mu_1^2} (1 - s)^2 \right] = \varepsilon$
- „ 565, „ 10 v o im Wurrelausdruck statt  $w$  lies  $\omega$
- „ 571, „ 4 v o statt  $24'54''8$  und  $22'19''6$  lies  $24'24''6$  und  $24'19''6$
- „ 571, „ 4 v u unter dem zweiten Integralzeichen fehlt eine Klammer (
- „ 572, „ 6 v o fehlt vor  $\frac{8}{2}$  die Klammer (
- „ 572, „ 11 v u statt  $\cos^2 s$  lies  $\cos s$
- „ 573, „ 7 v u statt  $R_1$  lies  $R_1$
- „ 578, „ 17 v o statt  $\pm \lambda''$  lies  $\pm 1''$
- „ 579, ist von oben bis Zeile 16 zu schreiben »im Orte  $A_1$  die Temperatur  $T_1$ , so bestehen folgende Gleichungen, wenn kein Druckgefälle existirt,

$$\rho_1 = \rho_0 e^{-\frac{h_1}{RT_1}} \text{ und } \rho_2 = \rho_0 e^{-\frac{h_2}{RT_2}},$$

wo man statt der Dichte  $\rho_0$  nun die Drucke  $p_0$  an der Oberfläche einführen kann, und so wird

$$\rho_1 = \frac{p_0}{RT} e^{-\frac{h_1}{RT_1}} \text{ und } \rho_2 = \frac{p_0}{RT_2} e^{-\frac{h_2}{RT_2}}$$



In den Höhen  $h_1$  und  $h$ , soll nun dieselbe Dichte herrschen, so wird

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{\frac{h_1}{R J_1} - \frac{h_2}{R J_2}}$$

oder

$$\log \left( 1 - \frac{T_1 - T_2}{T_1} \right) = \frac{h_1}{R J_1} - \frac{h_2}{R J_2}$$

Ist nun  $T_1$  von  $T_2$  wenig verschieden, so kann man hierin

$$T_1 - T_2 = \frac{h_1 - h_2}{R}$$

setzen. Die Neigung des Niveaulinies ist, wie früher durch den Ausdruck

$$\lambda'' = \frac{h_1 - h_2}{\sin 1'' D} = \frac{R}{\sin 1''} \frac{T_1 - T_2}{D} = 6044 \frac{T_1 - T_2}{D} \quad (D \text{ in Kilometern})$$

gegeben. In Gebirgsgegenden oder an Küstenstationen wird man unbedenklich  $I_1 - I_2 = 1^\circ \text{C}$  auf eine Distanz von einer geographischen Meile annehmen können, Temperaturdifferenzen, die also von beständigem systematischen Charakter sind und durch die  $\lambda$  den Betrag von  $6'$  erreichen würde. Hierdurch würden die Correctionen " . . . u s w

- pag 584, Zeile 26 v o statt für  $s - s = -10^\circ$  lies  $-15^\circ$   
 „ 584, „ 14 v u statt für  $s - s = 0^\circ$  lies  $+1$   
 „ 589, „ 13 v u statt  $\lambda^2$  lies  $\lambda^{-2}$   
 „ 593, „ 21 v o statt 740066 lies 740166  
 „ 600, „ 21 v u statt Temperaturen lies Temperaturen  
 „ 601, „ 19 v u statt ben lies den  
 „ 605, „ 2 v u statt  $\varphi(270 + s)$  lies  $\varphi(180 + s)$

#### e) Zum vierten Band

- pag 7, Zeile 20 v o statt  $v_0$  lies  $v_0$   
 „ 7, „ 6 v u statt  $v$  lies  $v$   
 „ 7, Figur statt (A 44 lies (I 446)  
 „ 8, Zeile 3 v o statt  $\frac{\alpha}{2}$  lies  $\frac{\alpha}{2}$   
 „ 12, „ 16 v u statt  $l$  lies  $l_1$   
 „ 12, „ 16 v u statt  $(1 + \alpha x)$  lies  $(1 + \alpha x)$   
 „ 24, „ 10 v o, statt  $\alpha$  lies  $\alpha$   
 „ 49, „ 4 v u statt  $\sin u \sec v \cos u \sec v$  lies  $\sin u \sec v \cos u \sec v$   
 „ 60, „ 6 v o, statt Capricornus lies Capricorn  
 „ 97, „ 14 v u statt bezeichnet lies berechnet  
 „ 97, „ 11 v u statt apo lies apo  
 „ 146, „ 18 v u still st lies ist  
 „ 147, „ 20 v u statt 0 997 lies 0 979  
 „ 149, „ 3 v u statt  $\frac{\tau^2}{2 \sin 1''}$  lies  $\frac{\tau^2 \sin 1''}{2}$   
 „ 152, „ 13 v u statt (11) lies (12),  
 „ 158, „ 25 v o statt gegeben lies gegeben  
 „ 162, „ 20 v o nach »Gleichung« fehlt »(27)«  
 „ 162, „ 12 v u statt (21) lies (21a)  
 „ 163, „ 2 v o statt (28) lies (22)  
 „ 173, „ 21 v o rechts statt 9 90784 lies 9 90734<sub>n</sub>  
 „ 173, „ 25 v o statt 7 37109 lies 7 37109<sub>n</sub>  
 „ 176, „ 24—27 v u statt  $g, h, \delta$  lies  $g', h', \delta'$

